

---

**INVENTARIO DE EMISIONES  
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE ESPAÑA  
AÑOS 1990-2002**

**COMUNICACIÓN A LA COMISIÓN EUROPEA  
(DECISIÓN 1999/296/CE)**

---

**Subdirección General de Calidad Ambiental  
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental  
Ministerio de Medio Ambiente**

**Madrid, diciembre 2003**



# ÍNDICE

1.- PRESENTACIÓN .....	1
2.- METODOLOGÍA GENERAL .....	3
3.- DESARROLLO DE LOS PRINCIPIOS DE LOS INVENTARIOS.....	8
4.- REALIZACIÓN DE NUEVOS CÁLCULOS.....	11
5.- RESULTADOS E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CLAVE .....	26
6.- COMPARACIÓN DE RESULTADOS (1990-2001) .....	52
ANEXO: METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO POR LA BIOMASA FORESTAL .....	65



## **1.- PRESENTACIÓN**

El presente documento constituye la edición correspondiente al año 2003 del informe sobre los inventarios 1990-2002 de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que España presenta a la Comisión de la Unión Europea en cumplimiento de lo establecido en la Decisión del Consejo 1999/296/CE, que modifica la de 93/389/CEE, relativa a un mecanismo de seguimiento de las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero en la Comunidad.

La presentación de los inventarios se realiza en el Formulario Común para Informes (CRF) definido en el documento FCCC/CP/2002/8 elaborado por la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En cuanto a las substancias objeto del inventario, la información en las tablas CRF se presenta tanto en unidades de masa de cada gas como en masa de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-e) para cada uno de los compuestos/grupos considerados en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que incluye las seis categorías siguientes con efecto directo sobre el calentamiento atmosférico: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarburos (HFC); perfluorocarburos (PFC), y, hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Adicionalmente se presentan las emisiones estimadas de los tres gases siguientes con efecto indirecto sobre el calentamiento: óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), así como de los óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) en términos de masa de cada gas. Las captaciones por sumideros han sido estimadas únicamente con referencia al CO<sub>2</sub> fijado como carbono por la biomasa arbórea forestal.

La edición actual de los inventarios actualiza, revisando en su caso, las estimaciones dadas para los años del periodo 1990-2001 en la edición anterior al tiempo que extiende al año 2002 la serie temporal de los mismos. La revisión, en su caso, de las estimaciones de determinadas partidas de los inventarios ha venido motivada por diversos factores entre los que cabe mencionar: a) la propia revisión de las estadísticas y datos de base, b) los cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones, y c) eventualmente, la subsanación de errores detectados. A continuación se presentan las secciones 2, "Metodología General", y 3, "Desarrollo de los Principios de los Inventarios", que resumen las técnicas y enfoques utilizados para la estimación de las emisiones y el punto hasta donde se han seguido los principios recomendados como buenas prácticas para su elaboración. En la sección 4, "Realización de Nuevos Cálculos", se explican las revisiones de la serie de inventarios 1990-2001, introducidas en la

presente edición 2003, respecto a las estimaciones presentadas en la edición 2003. En la sección 5, *“Resultados e Identificación de Fuentes Clave”*, se presentan, en primer lugar, los resultados a nivel del agregado del inventario, por tipo de gas y por sector de actividad, y se pasa, a continuación, a identificar cuáles son las actividades con mayor repercusión ya sea en valor absoluto de las emisiones (nivel) como en su perfil temporal (tendencia) de la serie de los inventarios. Finalmente, en la sección 6, *“Comparación resultados (1990-2001) ed. 2004 vs. ed. 2003”*, se presentan y comentan los principales cambios registrados en la estimación de las emisiones de la edición actual inventario respecto a la anterior.

## **2.- METODOLOGÍA GENERAL**

Los datos mostrados en el conjunto de tablas CRF de esta edición contienen toda la información relevante sobre las emisiones/captaciones de gases de efecto invernadero directo e indirecto producidas en España en el periodo 1990 a 2002.

La cumplimentación de las tablas CRF se realiza a partir de la información pertinente disponible en los Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera, cuyo mantenimiento y desarrollo realiza la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente.

En la presente edición del inventario GEI, la cumplimentación de las tablas CRF se ha realizado siguiendo la estructura jerárquica de enlace abajo-arriba del propio software CRF para producir así de forma automática, partiendo de las tablas de base (background) tanto las tablas derivadas sectoriales con las emisiones estimadas por categoría de actividad IPCC como, a nivel más agregado, las tablas resúmenes de niveles y tendencias.

Seguidamente se realiza una breve descripción de los trabajos desarrollados para la elaboración del inventario GEI y, en especial, de cómo se han cumplimentado las tablas CRF a partir de la información del Sistema Nacional de Inventarios de Emisiones a la Atmósfera.

Los enfoques para la estimación de las emisiones recomendados tanto en las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996” como en la “Guía de IPCC de Buenas Prácticas y Control de Incertidumbre en las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero, ed 2000” se adoptaron para todas aquellas actividades para las cuales dichos enfoques se consideraban los más ajustados, teniendo en cuenta los recursos y datos disponibles. En los casos en que se disponía de un enfoque nacional juzgado más adecuado que el enfoque IPCC alternativo, se adoptó, conforme a las propias recomendaciones de IPCC, el enfoque nacional. Así, con respecto a los cruces de tipo de gas y actividad emisora se han adoptado los enfoques que seguidamente se indican en el apartado siguiente.

### **2.1.- METODOLOGÍAS APLICADAS POR CATEGORÍA DE ACTIVIDAD IPCC**

#### **Energía: Procesos de Combustión**

Se ha aplicado, para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el balance de masas de carbono, tomando para las características de los combustibles los parámetros nacionales más específicos, facilitados en su caso por las propias fuentes emisoras, caso de los Grandes Focos Puntuales, o derivados de las especificaciones de los combustibles estándar.

Para los restantes contaminantes se han utilizado:

- Estimaciones disponibles basadas en medidas directas, caso principalmente del SO<sub>2</sub>, y NO<sub>x</sub> de los Grandes Focos Puntuales.
- Estimaciones basadas en balance de masas, caso principalmente del SO<sub>2</sub> en las emisiones de fuentes móviles, y de fuentes estacionarias sin tecnologías de desulfuración.
- Estimaciones basadas en los métodos EMEP/CORINAIR, incluido COPERT III para el tráfico, por considerarlos más específicos para las instalaciones de combustión consideradas que los propuestos en IPCC. En este grupo se encuadran generalmente las estimaciones de COVNM, CH<sub>4</sub>, CO, y N<sub>2</sub>O.

### **Energía: Emisiones Fugitivas**

En esta categoría de actividades se han utilizado métodos nacionales cuando, como en los casos siguientes, se ha contado con información sobre procesos, factores de emisión, o algoritmos de estimación considerados más ajustados a la actividad del sector en España:

- Emisiones de CH<sub>4</sub> en la minería y uso del carbón.
- Emisiones de CH<sub>4</sub>, COVNM, y CO<sub>2</sub> en el transporte y distribución de gas natural y otros combustibles gaseosos (aire metanado/propanado, propano, gas de fábrica).
- Emisiones de CO<sub>2</sub> en los procesos (no combustivos) de transformación de combustibles, principalmente en coquerías y, refinado de petróleo.
- Emisiones de COVNM en el transporte de productos petrolíferos.

En las restantes actividades de este sector, se han utilizado factores de emisión de IPCC o de EMEP/CORINAIR, según cual se considerara más representativo. A esta categoría pertenecen, por ejemplo:

- Las emisiones de CH<sub>4</sub> y COVNM generadas en las actividades de producción nacional de petróleo y gas natural, así como las emisiones fugitivas de ambos contaminantes generadas en las operaciones de carga-descarga y almacenamiento de crudo y productos petrolíferos en las terminales marítimas.

## Procesos Industriales

Las emisiones de los tres gases principales con efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) procedentes de las actividades de este sector se han estimado siguiendo la metodología IPCC.

Para los gases de efecto invernadero indirecto así como para los óxidos de azufre se ha seguido una combinación de métodos nacionales completados, en ausencia de tal información, con factores de emisión de EMEP/CORINAIR.

Para la estimación de las emisiones de gases fluorados (HFC, PFC y  $\text{SF}_6$ ), se adoptó la metodología de IPCC denominada *enfoque real (actual approach)*. El *enfoque potencial (potential approach)* complementario no se consideró viable ya que en el nivel máximo de desagregación de la nomenclatura de comercio exterior no se pueden identificar (y también resulta tremendamente complejo hacerlo en la propia cadena de importadores-distribuidores-exportadores) las transacciones comerciales por tipo de gas individual, es decir de:

- i) HFC-23; HFC-32; HFC-125; HFC-134a; HFC-143a; HFC-227ea, HFC-236fa dentro del grupo de los HFC;
- ii)  $\text{CF}_4$ ;  $\text{C}_2\text{F}_6$ ;  $\text{C}_3\text{F}_8$ ;  $\text{C}_4\text{F}_{10}$ ; dentro del grupo de los PFC; y
- iii)  $\text{SF}_6$

## Uso de Disolventes y Otros Productos

En este grupo, en el cual la propia metodología IPCC remite en gran número de actividades a EMEP/CORINAIR, se han utilizado métodos nacionales completados con factores EMEP/CORINAIR.

## Agricultura

En el grupo de actividades agrícolas debe diferenciarse el tratamiento metodológico por subsectores y en su caso tipo de gas. Así se tiene que:

- En la estimación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  provenientes de la fermentación entérica del ganado, se ha seguido la metodología IPCC, con enfoque avanzado (tier 2) para el vacuno y ovino.
- Para la estimación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  provenientes de la gestión de estiércoles, se ha seguido la metodología IPCC, apoyada en estimaciones nacionales sobre la distribución de los sistemas de gestión de estiércoles. Un tratamiento similar, metodología IPCC soportada con factores de emisión nacionales, se ha seguido para la estimación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  en el cultivo del arroz.

- En el caso de las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de los suelos agrícolas, se ha utilizado la metodología IPCC apoyada, en cuanto a la determinación de parámetros y variables básicas de actividad, en resultados de estudios nacionales.
- La estimación de las emisiones de contaminantes generados en la quema de residuos agrícolas se ha realizado: a) para el CH<sub>4</sub> y CO, según la metodología IPCC; y b) para el N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>, con esa misma metodología apoyada en parámetros nacionales.
- En la estimación de las emisiones de NO<sub>x</sub> de suelos y de COVNM tanto de suelos agrícolas (vegetación) como de quema de residuos agrícolas, se ha utilizado la metodología EMEP/CORINAIR al no disponer de alternativa en IPCC.

### **Cambios de Uso del Suelo y Silvicultura**

La estimación de las captaciones netas de CO<sub>2</sub> correspondientes a esta categoría IPCC se obtiene por diferencia entre las captaciones de la biomasa forestal arbórea y las pérdidas de dicha biomasa por talas de madera. El cómputo, que se muestra en la tabla 5 A del CRF, se ha realizado, siguiendo la metodología IPCC, con información tomada del Segundo y Tercer Inventario Forestal Nacional, en lo que concierne al crecimiento neto de la biomasa forestal arbórea, del Anuario de Estadística Agraria, en lo que concierne a las cortas de madera, y de otras fuentes bibliográficas nacionales, en lo que concierne a la caracterización de los parámetros de las especies arbóreas así como a las prácticas de manejo y seguimiento forestal. Una descripción más detallada de la metodología aplicada a este grupo se presenta en el Anexo titulado "Metodología de estimación de la captación de CO<sub>2</sub> por la biomasa forestal", que se muestra al final de este volumen.

### **2.2.- TRATAMIENTO DEL CARBONO ALMACENADO EN PRODUCTOS COMBUSTIBLES.**

El consumo de productos combustibles para uso no-energético aparece contabilizado en el balance de combustibles bajo el epígrafe homónimo. Las cantidades de cada tipo de combustible reseñadas en dicho epígrafe se incorporan en el análisis del *enfoque de referencia (reference approach)* haciendo de cada una de ellas el oportuno desdoblamiento en dos fracciones: a) la que queda almacenada en productos; y b) la que presumiblemente se libera a corto plazo dando lugar a las correspondientes emisiones de CO<sub>2</sub>, según el mencionado *enfoque de referencia*.

### **2.3.- TRATAMIENTO DE LOS BUNKERS INTERNACIONALES DE COMBUSTIBLES.**

Para la estimación *pro-memoria*, es decir fuera del total nacional, de las emisiones correspondientes al tráfico marino y aéreo internacionales se han tomado como variables de actividad las cifras de consumo de combustibles que en los balances energéticos aparecen asignadas a los respectivos tráficos internacionales: a) bunkers marinos internacionales (*international marine bunkers*); y b) navegación aérea internacional (*international aviation*), respectivamente.

### **3.- DESARROLLO DE LOS PRINCIPIOS DE LOS INVENTARIOS**

A continuación se comenta el desarrollo dado en esta edición 2004 a los principios que deben tenerse en cuenta en la elaboración de los inventarios, y su referencia a las tablas CRF, según figuran expuestos en el documento FCCC/CP/2002/8 de la Secretaría de la Convención Marco sobre Cambio Climático.

#### **3.1.- HOMOGENEIDAD TEMPORAL**

Una característica importante del proceso de la elaboración de los inventarios ha sido el énfasis puesto para garantizar que, en la medida de lo posible, la serie temporal 1990-2002 fuera homogénea a lo largo de los años con la metodología actualizada de "Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996", y con la Guía IPCC de Buenas Prácticas para la Elaboración de los Inventarios, editada en 2000. Las emisiones ahora estimadas por tipo de gas han sido expresadas en términos de CO<sub>2</sub>-equivalente con los factores de ponderación de poder de calentamiento atmosférico (a horizonte de 100 años) de la edición revisada IPCC de 1995.

#### **3.2.- REALIZACIÓN DE NUEVOS CÁLCULOS**

El objetivo de coherencia temporal anteriormente mencionado ha motivado la realización de nuevos cálculos de las series enviadas en la entrega de 2003 que abarcaba el período 1990-2001. Esta revisión, cuya cuantificación se muestra por actividades en las tablas 8(a) del CRF, ha contribuido sin duda alguna a una mejora significativa de la fiabilidad de las cifras de emisiones y de las tendencias temporales de ellas derivadas. La información básica para el año 2002 es, en parte, provisional (cifras de avance en algunos sectores), por lo que se anticipa que las estimaciones realizadas para dicho año serán presumiblemente recalculadas cuando se disponga de los datos definitivos.

#### **3.3.- COHERENCIA**

La coherencia en la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de las actividades de combustión ha sido especialmente tenida en cuenta a lo largo de todo el proceso de tratamiento de las actividades que utilizan combustibles fósiles. La cantidad de combustibles utilizados con fines energéticos ha sido contrastada con el Balance Energético Nacional según aparece en las publicaciones "Energy Balance Sheets" de EUROSTAT y "Energy Statistics" de la Agencia Internacional de la Energía. Las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la combustión de la biomasa se reseñan dentro de los *ítems Pro-memoria (Memo ítems)* aunque siguiendo la metodología IPCC no se computan en el total nacional de emisiones de CO<sub>2</sub>. El *enfoque de referencia*, mostrado en las Tablas 1.A(b) y 1.A(c) del CRF, puede, en este sentido, considerarse como un test de coherencia para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de los procesos de combustión aunque, por la propia

definición de la cobertura de sus variables de actividad, las emisiones estimadas con este enfoque arrojan, lógicamente, resultados más altos que los obtenidos para las actividades exclusivamente de combustión siguiendo el enfoque nacional.

### **3.4.- EXHAUSTIVIDAD**

La exhaustividad se ha evaluado según la tipología de status de estimación recomendada por la metodología IPCC: *NO* (no ocurren), *NE* (no estimadas); *NA* (no se aplica); *IE* (incluidas en otra parte); *C* (confidencial), *0* (inferior a la mitad de la unidad utilizada). Como valoración general puede decirse que el objetivo de exhaustividad se ha conseguido satisfactoriamente, con la salvedad de que para los sumideros de CO<sub>2</sub> sólo se ha podido, hasta el momento, estimar la categoría de “*cambios en bosques y otros depósitos de biomasa leñosa*”, y de que para los gases fluorados (HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) no se han podido estimar las emisiones potenciales.

En síntesis, la relación de categorías IPCC no cubierta en los inventarios, ordenada por tipo de gas afectado, es:

#### **Dióxido de carbono**

**Categorías: Cambios de uso del suelo y bosques; categorías: 5B- Conversión de bosques y pastizales, 5C-Abandono de tierras gestionadas, 5D-Emissiones y captaciones de CO<sub>2</sub> de los suelos.**

Ninguna de estas tres categorías ha podido ser estimada debido a la falta de información sobre los datos estadísticos relevantes. Adicionalmente, la metodología IPCC, según está plasmada en las Directrices del IPCC revisadas en 1996, plantea, para algunos ítems, dificultades prácticas considerables. Para el caso de España, las categorías 5B y 5D parecen, a priori, las más relevantes, mientras que la categoría 5C tendría, en principio, una limitada contribución al balance neto de emisiones.

#### **Gases fluorados, emisiones potenciales**

**Sector: Procesos industriales-emisiones potenciales de gases fluorados.**

Las emisiones potenciales no han podido ser estimadas debido a las razones más arriba aducidas sobre la limitación de las fuentes de información. Esta carencia de estimaciones afecta únicamente a la Tabla 2(II) hoja 2/2 del CRF.

### **3.5.- INCERTIDUMBRE/CALIDAD DE LA ESTIMACIÓN**

La valoración de la incertidumbre, o simétricamente de la calidad de la estimación, se ha reflejado en la Tabla 7 del CRF usando los códigos de calidad H (alto), M (medio), y L (bajo) para cada cruce relevante de tipo de gas y categoría de actividad IPCC. Esta clasificación ordinal de la calidad es solo un primer paso en el análisis de la incertidumbre asociada a las estimaciones del inventario. El trabajo actual está enfocado a la implantación de una estimación cuantitativa de la incertidumbre según el enfoque recomendado en el documento “Guía IPCC de Buenas Prácticas”.

### **3.6.- TRANSPARENCIA**

Desde un punto de vista formal, la cumplimentación de las tablas de base (background) del CRF con la inclusión de las variables de actividad, emisiones estimadas y factores de emisión implícitos, así como en su caso de la información complementaria que figura en dichas tablas, constituye el avance más significativo hacia la consecución de la transparencia informativa en la elaboración de los inventarios. Adicionalmente los requerimientos de transparencia se atienden con la documentación y archivo de las fuentes de información de base que, más allá de lo que lógicamente puede ser reflejado en las tablas de base, han sido utilizadas en la realización de los inventarios.

## **4.- REALIZACIÓN DE NUEVOS CÁLCULOS**

Se han efectuado nuevos cálculos para el período 1990-2001, para un conjunto de actividades que son objeto de comentario individualizado más abajo en el subepígrafe 4.2, titulado “Comentarios por Actividad”. Estos comentarios se han incluido también en la primera parte de las Tablas 8(b) del formato CRF y, en general, vienen motivados por cambios en los métodos de estimación que normalmente conllevan a su vez la revisión de las variables de actividad representativas y de los propios factores de emisión, o por correcciones de errores detectados.

Para el año 2001 hay que señalar, adicionalmente, que se han efectuado también nuevos cálculos en todos aquellos casos en que se ha dispuesto de una versión actualizada de las variables de actividad, al haberse actualizado, en las fuentes originales, las cifras provisionales, o simplemente proyectadas, utilizadas en la edición “anterior”. En el epígrafe 4.1, titulado “Comentarios Generales”, se enumeran las fuentes de información general más relevantes que afectan a este tipo de reestimaciones. Estos comentarios también se incluyen en la segunda parte de las tablas 8(b) del formato CRF.

### **4.1.- COMENTARIOS GENERALES**

Los cambios en las categorías con mayor potencial de emisión vienen motivados principalmente por cambios en alguna de las fuentes de información siguientes:

#### **4.1.1.- Cuestionarios de Grandes Focos Puntuales (GFP)**

En el caso de los Grandes Focos Puntuales, para los que se recoge información mediante cuestionario específico, se ha completado en la edición actual la incorporación de los datos del año 2002, y simultáneamente se han corregido errores detectados en los cuestionarios correspondientes a los años 1990-2001. Estos cambios han afectado a plantas que pertenecen a los siguientes sectores:

Centrales termoeléctricas

Refinerías de petróleo.

Plantas de siderurgia integral.

Plantas de producción de alúmina y aluminio primario.

Plantas de producción de pasta de papel.

Plantas de fabricación de automóviles.

Plantas de incineración de residuos sólidos urbanos.

#### **4.1.2.- Estadísticas de actividad**

Los datos estadísticos de actividad se han revisado en los siguientes sectores:

Biomasa Forestal:

Para la estimación de la captación neta de CO<sub>2</sub> por el bosque arbolado se ha hecho uso, por vez primera en esta edición, de la información recogida en el Tercer Inventario Forestal Nacional (que se ha utilizado conjuntamente con la información recogida en el Segundo Inventario Forestal Nacional, para interpolar-extrapolar las estimaciones a los diversos años del período inventariado).

#### **4.1.3.- Balances Energéticos con especial referencia al CO<sub>2</sub>**

Aunque el cuadro del balance de combustibles se desarrolló tanto en la edición anterior como en la actual, aparecen discrepancias notables, especialmente en el año 2001, en los datos de consumo de combustibles entre una y otra versión. Debe reseñarse que, debido a la tardía disponibilidad del Balance de Combustibles de 2001, las cantidades consumidas de combustibles para ciertas actividades tuvieron que ser proyectadas (no se disponía de información de las mismas). Un hecho similar se daba en el cierre de la edición anterior respecto al Balance de Combustibles de 2000, lo que motivó, en la edición previa, la necesidad de operar con datos proyectados que en la edición actual han dado origen a un recálculo para el año 2001 en la categoría 1.A "Industrias del sector energético".

#### **4.2.- COMENTARIOS POR ACTIVIDAD**

En este subepígrafe se comentan los nuevos cálculos por categorías de actividad, ordenados por categoría fuente CRF, para aquellas actividades cuyas emisiones estimadas han experimentado cambios significativos en el período 1990-2001 respecto a las estimaciones dadas en la edición anterior.

Para cada categoría fuente CRF los encabezados de los párrafos se refieren a:

- Los gases afectados
- Las metodologías aplicadas
- Los factores de emisión
- Los datos de actividad
- Alta/reubicación/sustitución de categorías fuente/sumidero.

#### **1.A Actividades de combustión:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Datos de actividad:

Revisión del balance de combustibles del año 2001. El Balance de Combustibles para el año 2001 ha sido revisado de acuerdo con la información actualizada procedente de la Agencia Internacional de la Energía y EUROSTAT (esta información no estaba disponible en la edición anterior).

**1.A.1a Industrias de sector energético: Producción pública de electricidad y calor**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Alta/reubicación/sustitución de categorías fuente/sumidero:

Producción pública de electricidad y calor. Las plantas incineradoras de residuos sólidos urbanos sin recuperación energética han sido reubicadas en la categoría 6C del CRF (en la edición anterior estaban ubicadas en la categoría 1.A.1.a junto con aquellas plantas que realizan recuperación energética).

**1.A.1b Industrias de sector energético: Refinerías de Petróleo**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Metodologías aplicadas:

Refino de petróleo: Se han revisado los factores de emisión *por defecto* de CO<sub>2</sub> para el año 1990 con el fin de expresarlos en términos de CO<sub>2</sub> final tal y como lo requiere IPCC, en lugar de expresarlos en términos de CO<sub>2</sub> salido de chimenea (donde se descuenta el carbono emitido como COVNM, CO, CH<sub>4</sub> y partículas)

Factores de emisión:

Refino de petróleo.

**a)** Revisión de una cifra errónea de emisión de CO<sub>2</sub> facilitada por una refinería en una de sus unidades en el año 1997: el error era de tres órdenes de magnitud (126 toneladas corregidas a 126 kilotoneladas).

**b)** Revisión de una muy baja cifra de emisión de CO<sub>2</sub> directamente facilitada por una refinería para una de sus unidades que no era coherente con la correspondiente variable de actividad (consumo de combustibles). Para realizar esta revisión se han aplicado factores de emisión obtenidos a partir del contenido de carbono de los combustibles utilizados.

Datos de actividad:

Refino de petróleo.

a) Introducción de una unidad de cogeneración en una refinería para el periodo 1996-2001 (no se había informado de esta unidad en la edición anterior).

b) Revisión del tipo de combustible consumido en una refinería para el año 2001, que fue introducido en la edición anterior como hidrógeno cuando en realidad se trata de gas de refinería enriquecido con hidrógeno.

### **1.A.1c Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Factores de emisión:

Coquerías. Revisión de las emisiones estimadas para los años 1992 y 1993 tras haberse detectado un error en la variable de actividad (véase el comentario sobre datos de actividad).

Datos de actividad:

Coquerías. Revisión de la variable de actividad en términos de masa de coque producido para los años 1992 y 1993 en coquerías no emplazadas en plantas siderúrgicas integrales. Esta revisión no afecta al dato referente al consumo energético de combustibles, tal y como se indica en las tablas CRF, sino en términos de masa de coque producida. Este cambio afecta a las emisiones estimadas (dado que para estas plantas las emisiones se calculan en función de la cantidad de coque producido).

### **1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Factores de emisión:

Características del coque de petróleo. Como consecuencia de la revisión realizada en el contenido de carbono (t C/TJ) en el coque de petróleo, los factores de emisión de CO<sub>2</sub> han sido modificados para todo el periodo 1990-2001 en los siguientes sectores industriales: producción de cemento, cal y yeso, industria química, maquinaria, y otras industrias incluidas en el sector de minerales no metálicos.

Datos de actividad:

Características del coque de petróleo. Como consecuencia de la revisión realizada en el PCI del coque de petróleo, se ha modificado la variable de actividad expresada en términos de energía (TJ) para todo el periodo 1990-2001 en los siguientes sectores industriales: producción de

cemento, cal y yeso, industria química, maquinaria, y otras industrias incluidas en el sector de minerales no metálicos.

Alta/reubicación/sustitución de categorías fuente/sumidero:

Combustión en industrias manufactureras. Esta referencia a la realización de nuevos cálculos está motivada por la reubicación para el periodo 1990-2001 de un conjunto de actividades de combustión que en la edición previa se encontraban ubicadas dentro de la categoría 1A2f:

- 1) Producción de cal en las industrias del hierro y el acero y en la fabricación de pasta de papel, y que han sido asignadas respectivamente a las categorías 1A2a y 1A2d.
- 2) Hornos de galvanización en la industria del hierro y el acero, que han sido asignados a la categoría 1A2a.
- 3) Hornos de cocción de pasta para los ánodos en la industria del aluminio, reubicados en la categoría 1A2b.

### **1.A.2a Industrias manufactureras y de la construcción: Hierro y acero**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Factores de emisión:

Sinterización. Revisión de los factores de emisión de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O del año 2001 para la unidad de sinterización de una planta siderúrgica cuyos valores estaban incorrectamente asimilados a los del año 2000.

Datos de actividad

Hierro y acero. Revisión del consumo de gas de acería en una planta siderúrgica integral para el periodo 1991-1993. Se asumió que el dato de actividad estaba expresado en unidades de masa (toneladas) cuando en realidad estaba expresado en unidades de volumen (kNm<sup>3</sup>) en la edición anterior; para la realización de los nuevos cálculos se ha aplicado la correspondiente densidad de dicho gas.

### **1.A.2c Industrias manufactureras y de la construcción: Industria química**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Factores de emisión:

Industria química. Corrección de la estimación de las emisiones del año 2000 tras haberse detectado la ausencia de factores de emisión para el consumo de carbón (dicho consumo había sido incluido pero no los

correspondientes factores de emisión, por lo que no se había calculado las emisiones para este combustible).

#### **1.A.2d Industrias manufactureras y de la construcción: Papel, pasta de papel y artes gráficas**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Datos de actividad:

Papel, pasta de papel y artes gráficas. Revisión del dato de actividad para el año 2001 en un planta de pasta de papel relativo al consumo de gas natural (el PCI aplicado era el correspondiente al propano).

#### **1.A.2f Industrias manufactureras y de la construcción: Otras**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Factores de emisión:

Hornos de cemento y cal. Dentro de esta categoría CRF se han revisado los factores de emisión de N<sub>2</sub>O para el periodo 1990-2001 en los hornos de fabricación de cemento y cal, teniendo en cuenta las condiciones en las que operan este tipo de hornos (principalmente sus altas temperaturas de combustión).

Ladrillos y tejas. Revisión del factor de emisión de N<sub>2</sub>O del gas natural tras haberse detectado su incorrección para todo el periodo 1990-2001.

Datos de actividad:

Hornos de cal. Los datos provisionales sobre consumo de combustibles para el año 2001 utilizados en la edición anterior han sido revisados con la información suministrada por la asociación de fabricantes de cal (ANCADE).

Industria cerámica. Los datos sobre consumo de combustibles para el año 2001 utilizados en la edición anterior han sido revisados con la información facilitada por la asociación de fabricantes de cerámica (ASCER).

Fabricación de otros vidrios. El consumo de combustibles para los años 2000 y 2001 ha sido revisado tras haberse detectado la imputación de cifras incorrectas en la edición anterior.

Maquinaria industrial móvil. Se ha revisado el PCI del gasóleo para el periodo 1990-2001. Esta revisión sólo afecta a los factores de emisión implícitos, no a las emisiones.

#### **1.A.3c Ferrocarril:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Datos de actividad:

Ferrocarril. El consumo de combustibles, en términos de energía (TJ de PCI) ha sido revisado al haberse modificado el PCI del gasóleo a su valor correcto tras el proceso de verificación. Este cambio no afecta a los valores de emisión, que permanecen iguales, sino a los factores de emisión implícitos.

#### **1.A.4a, 1.A.4b Sectores comercial/institucional y residencial:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Factores de emisión:

Características del coque de petróleo. Como consecuencia de la revisión realizada en el contenido de carbono (t C/TJ) en el coque de petróleo, los factores de emisión de CO<sub>2</sub> han sido modificados para todo el periodo 1990-2001.

Datos de actividad:

Características del coque de petróleo. Como consecuencia de la revisión realizada en el PCI del coque de petróleo, se ha modificado la variable de actividad expresada en términos de energía (TJ) para todo el periodo 1990-2001.

Combustión en el sector residencial. Debido a un error, en la edición anterior figuraba un consumo de "Otros combustibles" en el sector residencial en el año 1999 que no existe. Este error ha sido corregido en la presente edición.

#### **1.A.4c Agricultura/Silvicultura/Pesca:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Datos de actividad:

Maquinaria móvil en agricultura y silvicultura. Algunos pequeños errores identificados en el consumo de gasóleo y gasolina en este tipo de maquinaria para los años 1998-2001 identificados en la edición anterior han sido corregidos.

#### **1.B.1 Emisiones fugitivas – Combustibles sólidos**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

Datos de actividad:

**Cantidad de combustible producido.** Revisión de las unidades en las que estaba expresada la producción de combustible. En la edición anterior estaban incorrectamente expresadas en miles de toneladas en lugar de millones de toneladas. En la presente edición dicho error ha sido corregido. Esta revisión sólo afecta a los factores de emisión implícitos, no a las emisiones estimadas.

### **1.B.1b Emisiones fugitivas: Transformación de combustibles sólidos**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Metodologías aplicadas

Coquerías. Se ha realizado una importante revisión en la metodología de estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> para esta actividad en la presente edición. Las emisiones han sido estimadas de nuevo utilizando para ello un balance completo del contenido de carbono, con información suministrada por el principal fabricante relativa a los parámetros básicos. Este nuevo cálculo es el de mayor influencia en las diferencias en las emisiones de CO<sub>2</sub> entre la edición presente y la anterior del inventario.

Factores de emisión

Coquerías. Revisión de las emisiones estimadas para los años 1992 y 1993 tras haberse detectado un error en los datos de actividad introducidos en el algoritmo de estimación de las emisiones (nótese que la variable de actividad introducida en el CRF era correcta, aunque estaba incorrectamente introducida en el algoritmo de estimación).

Datos de actividad:

Coquerías. Revisión del dato de producción de coque en el año 1990 (correspondiente a una planta), que en la edición previa había sido escrito incorrectamente. Esta revisión no afecta a las emisiones.

### **1.B.2a Emisiones fugitivas: Petróleo**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Factores de emisión

Refino de petróleo/Almacenamiento. Revisión de las emisiones de CO<sub>2</sub> para todo el periodo 1990-2001 tras haberse detectado la doble contabilización de las mismas en la planta de hidrógeno de una refinería.

### **1.B.2b Emisiones fugitivas: Gas natural**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>.

#### Datos de actividad

Transmisión y distribución de gas. Revisión del dato de actividad en el año 2002 que estaba incorrectamente introducido en la edición previa. Esta revisión sólo afecta a los factores de emisión implícitos, no a las emisiones estimadas.

### **1.B.2c Emisiones fugitivas: Venteos y antorchas**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>

#### Factores de emisión

Antorchas – Petróleo. Revisión del factor de emisión de CO<sub>2</sub> en el año 2001 para una refinería, tras haberse detectado el uso incorrecto del factor de emisión en el proceso de estimación de las emisiones (se había tomado incorrectamente el factor de emisión de CO en lugar del de CO<sub>2</sub>).

#### Datos de actividad

Antorchas – Petróleo y gas. Revisión de los datos de actividad del año 1996 para petróleo (crudo refinado) y gas (gas consumido) que estaban incorrectamente introducidos en la edición anterior (eran los valores correspondientes al año 1992). Esta revisión sólo afecta a los factores de emisión implícitos no a las emisiones.

### **2.A.2 Producción de cal:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

#### Datos de actividad:

Producción de cal. Los datos provisionales para el año 2001 utilizados en la edición anterior han sido revisados con la información suministrada por la asociación de fabricantes de cal (ANCADE).

### **2.A.4 Producción y uso de carbonato sódico:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

#### Factores de emisión:

Producción de carbonato sódico. Revisión de los factores de emisión de CO<sub>2</sub> para todo el periodo 1990-2001 de acuerdo con la información facilitada por la única planta productora.

#### Datos de actividad:

Producción de carbonato sódico. Revisión de los datos de producción para todo el periodo 1990-2001 de acuerdo con la información facilitada por la única planta productora.

### **2.A.7 Otros productos minerales:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Metodología aplicada:

Vidrio – descarbonatación. Se han corregido pequeños errores de redondeo en las emisiones de CO<sub>2</sub> para el periodo 1990-2001 que había en la edición anterior.

Datos de actividad:

Vidrio – descarbonatación. Las variables de actividad de los años 2000 y 2001 correspondientes al sub-sector “Otros vidrios” han sido corregidos tras haber identificado valores erróneos en la edición anterior.

Alta/reubicación/sustitución de categorías fuente/sumidero:

Producción de magnesita. Se corresponde con la inclusión de esta actividad por primera vez en la presente edición del inventario de emisiones. Por lo que se refiere a los procesos industriales, las emisiones de CO<sub>2</sub> se originan por la descarbonatación de las materias primas utilizadas.

### **2.B.1 Producción de amoníaco**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Factores de emisión:

Producción de amoníaco. Se han revisado los factores de emisión de CO<sub>2</sub> para el periodo 1995-2001 con el fin de conseguir la coherencia espacial (de escala provincial a nacional) y temporal (de todo el periodo 1990-2002).

Datos de actividad:

Producción de amoníaco. Revisión de la producción de amoníaco de los años 2000 y 2001 de acuerdo con la nueva información facilitado por la Federación de Industria Química (FEIQUE).

### **2.B.2 Producción de ácido nítrico:**

Gases afectados: N<sub>2</sub>O.

**Datos de actividad:**

Producción de ácido nítrico. Se ha corregido el dato de producción de ácido nítrico del año 1995 tras haberse detectado la inclusión de un valor incorrecto en la edición anterior. Este cambio sólo afecta a los factores de emisión implícitos, no a las emisiones.

**2.B.5 Otra industria química:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>,CH<sub>4</sub>.

**Datos de actividad:**

Las cantidades para las variables de actividad proporcionadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y la Federación de Industria Química en la edición 2002 de "Industria Química en España" se han revisado (la nueva edición incorpora las cifras revisadas para algunos de los productos del año 2001 de los cuales la edición anterior avanzaba los estadísticos).

### **2.C.1 Producción de hierro y acero:**

Gases afectados: CH<sub>4</sub>.

Factores de emisión:

Producción de arrabio. En la edición anterior, la cifra de emisión de CH<sub>4</sub> del año 1994 directamente introducida en la correspondiente celda del CRF era incorrecta (correspondía al valor del año 1992). Este error ha sido corregido.

### **2.C.2 Producción de ferroaleaciones:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Producción de ferroaleaciones. Se han revisado los datos de producción de ferroaleaciones para los años 1997, 1998 y 1999 tras haberse detectado la introducción de cifras incorrectas en la edición anterior. Esta modificación sólo afecta a los factores de emisión implícitos, no a las emisiones.

### **3.A Aplicación de pintura:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Datos de actividad:

Aplicación de pintura. Revisión de la variable de actividad para el año 2001 de acuerdo con la nueva información facilitada por la Asociación Española de Fabricantes de Pinturas (ASEFAPI).

### **3.B Limpieza en seco y desengrasado:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Datos de actividad:

Limpieza en seco y desengrasado. Revisión de los datos de consumo de disolventes para todo el periodo dado que en la edición anterior sólo se incluían las cifras correspondientes a los principales disolventes halogenados. En la presente edición se incluyen asimismo los consumos de disolventes no halogenados. Este cambio sólo afecta a los factores de emisión implícitos, no a las emisiones.

### **3.A, 3.D Aplicación de pintura y otros usos de disolventes:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Datos de actividad:

Aplicación de pintura y otros usos de disolventes. Las variables de actividad y las emisiones asociadas de los años 1997 y 1998 correspondientes a una planta de fabricación de automóviles desmantelada han sido descontados de la información facilitada en la edición anterior. Esta modificación implica que no se efectúe una doble contabilización de las emisiones (la planta ha sido trasladada a otro lugar).

### **4.A Fermentación entérica:**

Gases afectados: CH<sub>4</sub>.

Datos de actividad:

Producción de leche. Las cifras de producción de leche indicadas en la edición anterior para los años 2000 y 2001 han sido revisadas (para el año 2000 los datos recientemente publicados han sido introducidos en lugar de las proyecciones utilizadas a partir de los datos del año 1999, y para el año 2001 la nueva cifra esta basada en una proyección a partir de los datos del año 2000, en lugar de la proyección realizada en la edición anterior que se basaba en los datos del año 1999). Esta revisión afecta a la energía bruta estimada de las vacas lecheras y consecuentemente a su contribución a las emisiones.

### **4.B Gestión de estiércol:**

Gases afectados: CH<sub>4</sub>.

Datos de actividad:

Producción de leche. Tal y como se ha indicado anteriormente, la revisión realizada en los datos de producción de leche implica cambios en la energía bruta y consecuentemente en los sólidos volátiles. Los cambios de este último parámetro se ven reflejados en las emisiones. De todas formas la variación de las emisiones en esta categoría es de poca importancia.

#### **4.C Cultivo de arroz:**

Gases afectados: CH<sub>4</sub>.

Datos de actividad:

Superficie cultivada de arrozales. La “superficie cosechada” de arrozales, tal y como aparece en la tabla 4.C, fue introducida en la edición anterior en una unidad incorrecta para el periodo inventariado 1990-2001. En la presente edición dicho error ha sido corregido. Esta revisión no afecta a las emisiones (sólo han cambiado los datos de actividad y los factores de emisión implícitos).

#### **4.D Suelos agrícolas:**

Gases afectados: N<sub>2</sub>O.

Datos de actividad:

Residuos de cultivos: Los cambios en los datos de actividad estimados para residuos de cultivos en los años 1999, 2000 y 2001 se ven reflejados en pequeñas variaciones en el contenido de nitrógeno de dichos residuos. Estos cambios afectan a las emisiones de N<sub>2</sub>O de residuos de cultivos y a las emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes de la quema de residuos agrícolas.

#### **4.F Quema de residuos agrícolas:**

Gases afectados: N<sub>2</sub>O.

Datos de actividad:

Véase comentario de 4.D.

#### **5.A Cambios en los stocks de bosques y en otros depósitos de biomasa leñosa:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>.

Metodología aplicada:

Captación de CO<sub>2</sub> por los bosques. Se ha implementado en la presente edición del inventario una profunda revisión de la metodología aplicada. Las principales características de esta revisión son las siguientes:

- a) Utilización de la información del Segundo y Tercer Inventario Forestal Nacional en lugar del utilizar sólo el Segundo como se hizo en la edición anterior del inventario.

- b) Utilización de una serie temporal anual para los años 1990-2000 (con extrapolaciones para los años 2001 y 2002) de la madera y talas de madera en lugar de utilizar sólo la información del año 1990 como se hizo en la edición anterior del inventario.
- c) Utilización de factores específicos por especie para expandir el volumen de troncos de árboles al volumen total de biomasa arbórea viva, en lugar de utilizar un factor de expansión general por defecto para todas las especies.
- d) No se descuentan las emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> procedentes de los incendios forestales puesto que en el Tercer Inventario Forestal Nacional ya se tiene en cuenta la pérdida de CO<sub>2</sub> de los incendios forestales.

En resumen, en la presente edición se proporciona por primera vez una serie temporal dinámica para la subcategoría 5A.

### **6.C Incineración de residuos:**

Gases afectados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Datos de actividad:

Antorchas en siderurgia. Se ha revisado el PCI del gas de acería incinerado para todo el periodo 1990-2001 de acuerdo con la información específica de la propia planta facilitada vía cuestionario. Adicionalmente, y para el año 2001, la variable de actividad que estaba expresada en kNm<sup>3</sup> ha sido convertida a unidades de masa (toneladas) para aplicar a este dato el correspondiente PCI (que está expresado en GJ/t).

Alta/reubicación/sustitución de categorías fuente/sumidero:

Incineración de RSU. Las plantas incineradoras de residuos sólidos urbanos sin recuperación energética han sido reubicadas en la categoría 6C del CRF (en la edición anterior estaban ubicadas en la categoría 1.A.1.a junto con aquellas plantas que realizan recuperación energética).

## **5.- RESULTADOS E IDENTIFICACIÓN DE FUENTES CLAVE**

Para el análisis de las implicaciones sobre el potencial de calentamiento general de la atmósfera las cifras estimadas de emisiones se presentan, ponderadas con los coeficientes IPCC 1995 de cada gas, en términos de gigagramos (Gg) de CO<sub>2</sub>-equivalente. Como periodo base de referencia se toma, para el caso español, el año 1990 para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF<sub>6</sub>. El intervalo de años considerado se extiende de 1990 a 2002.

### **5.1.- ANÁLISIS AGREGADO**

En la tabla 5.1 se muestran tanto en términos absolutos (Gg CO<sub>2</sub>-equivalente) como en términos del índice temporal (100 en el año base) los valores correspondientes a las emisiones totales. La representación gráfica de este índice se ofrece en la figura 1. De la observación de los datos anteriores se desprende que las emisiones totales se sitúan en 2002 en un 39,4% por encima del año base, valor que se reduce a un 31,1% cuando se compara la media del último quinquenio, 1998-2002 con el mismo año base<sup>1</sup>. En conjunto la evolución del índice ha venido marcada por un crecimiento sostenido en el periodo inventariado, excepción hecha de los años 1993, 1996 y 2001 en que se registran descensos respecto al año anterior. En términos de pendiente de la curva, el intervalo 1990-1996 se caracteriza por un crecimiento más moderado que el correspondiente al intervalo 1996-2002. Esta variabilidad de la evolución parece estar puntualmente (puntas/valles anuales) relacionada con la mejor o peor hidraulicidad del año considerado y su implicación en la producción de electricidad de origen térmico, si bien otra serie de factores adicionales como la expansión general del consumo de combustibles y de la actividad industrial están en la base del cambio de pendiente observado entre los dos sub-intervalos temporales antes indicados, 1990-1996 y 1996-2002.

---

<sup>1</sup>La comparación de la media quinquenal 1998-2002 con el año base es similar a la que deberá hacerse en quinquenio 2008-2012 como valor representativo del año 2010 para su comparación con el año base.

**TABLA 5.1.**  
**EVOLUCIÓN DEL AGREGADO DE EMISIONES**

**Valores absolutos (Gg CO<sub>2</sub> equivalente)**

Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
286.797,91	284.555,86	340.823,76	370.377,38	385.202,87	383.459,67	399.731,53

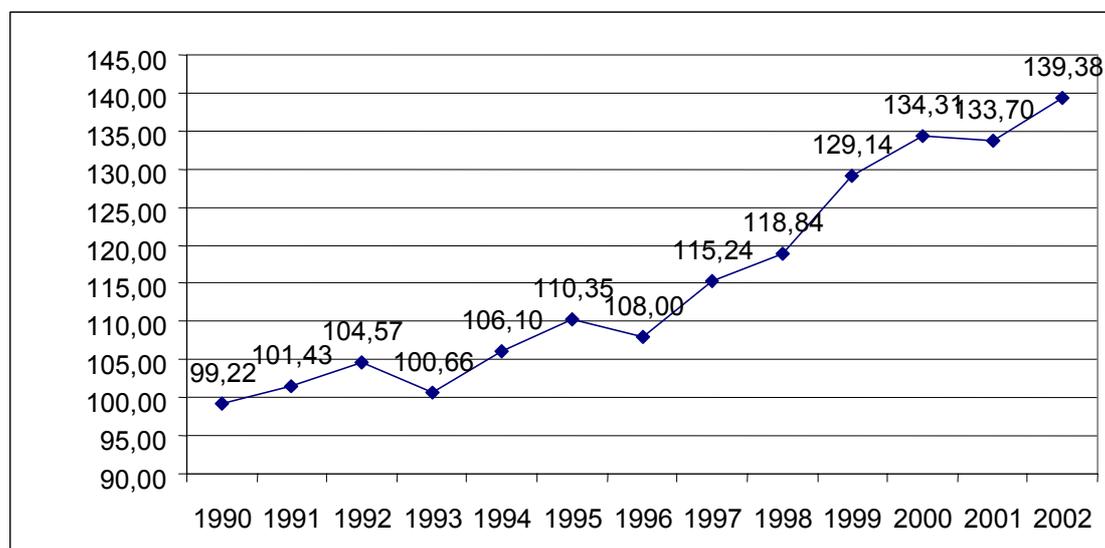
**Índice anual**

Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
100	99,22	118,84	129,14	134,31	133,70	139,38

**Índice media quinquenal**

Año base	1990-1994	1991-1995	1992-1996	1993-1997	1994-1998	1995-1999	1996-2000	1997-2001	1998-2002
100	102,40	104,62	105,94	108,07	111,71	116,31	121,11	126,25	131,07

**FIGURA 5.1.**  
**ÍNDICE DE EVOLUCIÓN**



## 5.2.- ANÁLISIS POR GASES

En la tabla 5.2 se recogen las estimaciones de las emisiones, por tipo de gas, para los seis grupos o especies ya indicados con efecto directo sobre el calentamiento: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, y SF<sub>6</sub>. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO<sub>2</sub>-equivalente), en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones brutas totales de CO<sub>2</sub>

equivalente y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año base).

**TABLA 5.2.**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES POR TIPO DE GASES**

**Valores absolutos (Gg CO<sub>2</sub> equivalente)**

GAS	Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
CO <sub>2</sub>	224.751,23	224.751,23	268.775,66	295.260,27	306.829,65	308.278,41	325.448,17
CH <sub>4</sub>	30.244,07	30.244,07	37.682,86	38.064,81	39.265,40	40.312,18	41.136,13
N <sub>2</sub> O	26.273,22	26.273,22	27.665,96	29.007,40	30.320,52	29.140,11	28.755,38
HFC	4.645,44	2.403,18	5.809,01	7.163,91	8.171,44	5.287,84	3.896,11
PFC	790,37	828,41	749,69	695,53	404,84	228,82	257,05
SF <sub>6</sub>	93,58	55,75	140,57	185,46	211,02	212,31	238,69
<b>TOTAL GASES</b>	<b>286.797,91</b>	<b>284.555,86</b>	<b>340.823,76</b>	<b>370.377,38</b>	<b>385.202,87</b>	<b>383.459,67</b>	<b>399.731,53</b>

**Contribución al total de CO<sub>2</sub> equivalente**

GAS	Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
CO <sub>2</sub>	78,37	78,98	78,86	79,72	79,65	80,39	81,42
CH <sub>4</sub>	10,55	10,63	11,06	10,28	10,19	10,51	10,29
N <sub>2</sub> O	9,16	9,23	8,12	7,83	7,87	7,60	7,19
HFC	1,62	0,84	1,70	1,93	2,12	1,38	0,97
PFC	0,28	0,29	0,22	0,19	0,11	0,06	0,06
SF <sub>6</sub>	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
<b>TOTAL GASES</b>	<b>100,00</b>						

**Índice anual**

GAS	Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
CO <sub>2</sub>	100	100	119,59	131,37	136,52	137,16	144,80
CH <sub>4</sub>	100	100	124,60	125,86	129,83	133,29	136,01
N <sub>2</sub> O	100	100	105,30	110,41	115,40	110,91	109,45
HFC	100	51,73	125,05	154,21	175,90	113,83	83,87
PFC	100	104,81	94,85	88,00	51,22	28,95	32,52
SF <sub>6</sub>	100	59,57	150,21	198,17	225,48	226,87	255,06
<b>TOTAL GASES</b>	<b>100</b>	<b>99,22</b>	<b>118,84</b>	<b>129,14</b>	<b>134,31</b>	<b>133,70</b>	<b>139,38</b>

Al efectuar el examen por tipo de gas, véase la figura 5.2, es de destacar el dióxido de carbono como componente dominante en el peso absoluto de las emisiones (aproximadamente el 79,5%). El metano y el óxido nitroso, con una cuota oscilante, según años, entre el 19,7% y 17,5%<sup>2</sup>, se configura como un segundo

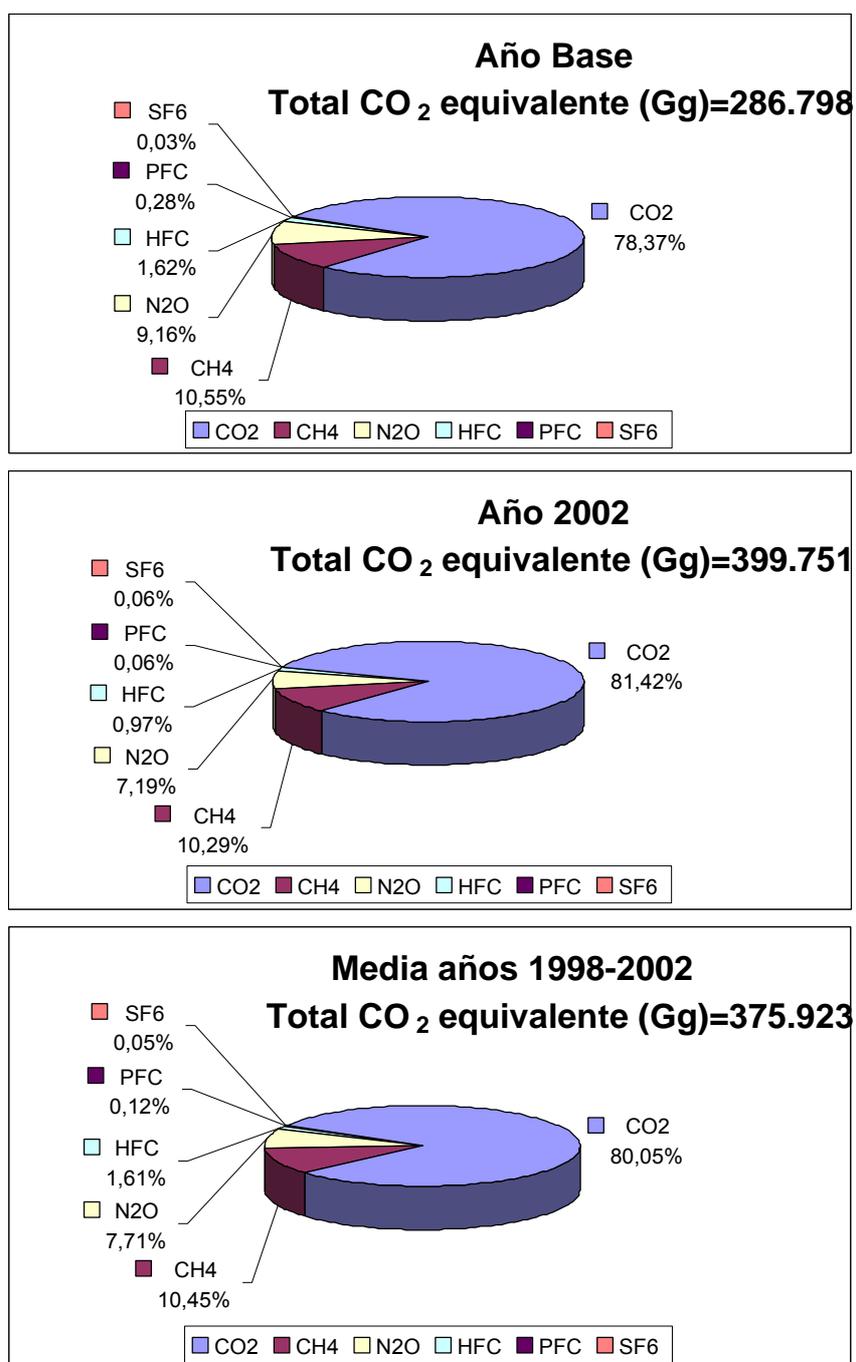
<sup>2</sup> En el periodo 1990-2002, su contribución al total de CO<sub>2</sub> equivalente emitido varía entre 20,4% y 17,5%.

bloque en importancia. Finalmente aparece el conjunto de los gases fluorados con un rango de participación comprendido entre 1,1 y 1,9%<sup>3</sup>. Al comparar los tres cuerpos de la figura 5.2, se puede apreciar cómo la contribución del CO<sub>2</sub> ha mostrado un 3% de incremento, de 78,4% en el año base a 81,4% en el año 2002, estando en 80,1% la media para el quinquenio 1998-2002. En contraste, puede observarse una variación pequeña para el CH<sub>4</sub>, con un rango de oscilación inferior al 0,5%, pues su horquilla para dichos periodos se sitúa entre el 10,3%-10,6%. El N<sub>2</sub>O refleja una caída de su contribución relativa que pasa del 9,2% en el año base a 7,7 en el quinquenio 1998-2002 y a 7,2% en el año 2002. Para los gases fluorados, se producen una disminución continua de los PFC entre 1990 y 2001, con un leve crecimiento en el año 2002, un incremento en el SF<sub>6</sub> y una mayor contribución de los HFC a lo largo del periodo 1990-2000 con una caída pronunciada en los años 2001 y 2002; si bien todos ellos se mantienen dentro de unos niveles absolutos bajos (muy bajos) incluso en el año 2002: HFC (0,97%), PFC (0,06%) y SF<sub>6</sub> (0,06%).

---

<sup>3</sup> Examinando el periodo 1990-2002 el rango se amplía a 1,1%-2,3%..

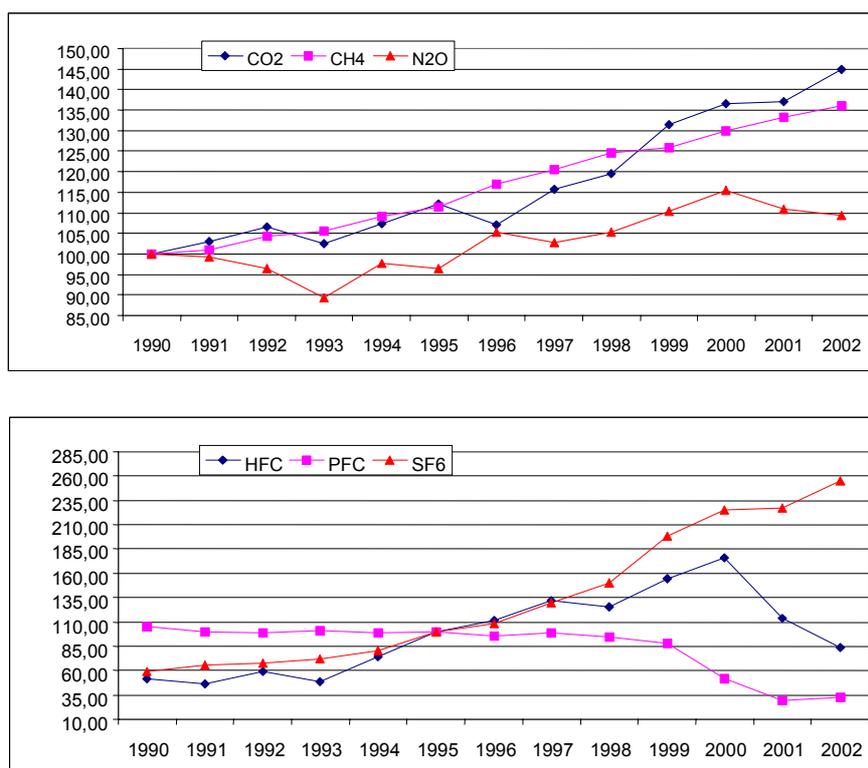
**FIGURA 5.2.**  
**CONTRIBUCIÓN POR GASES A LAS EMISIONES**



En la figura 5.3 se presentan los índices de variación temporal, recogiendo en la parte superior los correspondientes a los tres gases de mayor contribución y en

la inferior a los gases fluorados. Al observar en la parte superior la evolución del CO<sub>2</sub> se pueden apreciar los mínimos relativos de los años 1993 y 1996, así como el incremento de la pendiente al pasar del subintervalo 1990-1996 al 1996-2002, pautas que se reflejan en gran medida en la evolución ya comentada del índice agregado. La evolución del CH<sub>4</sub> muestra una tendencia más uniforme a lo largo de todo el periodo. El N<sub>2</sub>O sigue una evolución distinta a la de los dos gases anteriores con un leve descenso en el subintervalo 1990-1995, pasando a crecer en los años siguientes hasta el año 2000, a partir del cual la serie temporal muestra un leve descenso continuado para los dos años siguientes. En cuanto a los gases fluorados se aprecian diferencias entre la evolución de los PFC, estable-decreciente con un descenso significativo en los años 2000 y 2001 y una estabilidad en 2001-2002, y la de los HFC y SF<sub>6</sub>, para los que tras un primer intervalo estable, 1990-1993, se observa un crecimiento relativamente paralelo en los intervalos 1994-1997 y 1998-2000, siendo sus comportamientos dispares del año 2000 a 2002, con un incremento para SF<sub>6</sub> y una disminución brusca para HFC.

**FIGURA 5.3.**  
**ÍNDICES DE EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES POR GASES**



La heterogeneidad de los subgrupos HFC y PFC en cuanto a los gases individuales que en ellos se incluyen hace particularmente difícil la generalización de los comentarios. Ahora bien, con respecto a las perspectivas de evolución futura, parece apuntarse una estabilización en las emisiones procedentes de la producción

y un crecimiento en las emisiones procedentes de las actividades de consumo. Para los tres gases restantes, los incrementos experimentados entre el año 1990 y el año 2002 por el CO<sub>2</sub> (44,8%) y por el CH<sub>4</sub> (36,0%) son sólo parcialmente compensados por la moderada subida del N<sub>2</sub>O (9,5%) en la determinación de la tasa de variación ponderada (40,6%) del agregado de emisiones.

### 5.3.- ANÁLISIS POR SECTORES

En la tabla 5.3 se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: procesado de la energía, procesos industriales, uso de disolventes y otros productos, agricultura, y tratamiento y eliminación de residuos. Se hace una reseña *pro-memoria* del grupo de cambios de uso del suelo y silvicultura, para el que no se contabilizan emisiones brutas sino captaciones netas de CO<sub>2</sub>. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO<sub>2</sub>-equivalente), en la parte central las concentraciones porcentuales a las emisiones brutas totales de CO<sub>2</sub> equivalente y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año base) para cada grupo considerado.

### **TABLA 5.3.** **EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES POR SECTORES**

#### **Valores absolutos (Gg CO<sub>2</sub> equivalente)**

SECTOR	Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
1. Procesado de la energía	213.595,91	213.595,91	257.023,69	282.954,46	294.353,40	295.494,29	312.303,82
2. Procesos industriales	25.013,68	22.771,63	27.634,87	29.860,84	30.976,09	28.201,38	27.417,54
3. Uso de disolventes y otros prod.	1.329,83	1.329,83	1.635,51	1.673,56	1.706,90	1.616,43	1.693,51
4. Agricultura	37.373,21	37.373,21	40.943,27	41.922,26	43.618,90	42.989,97	42.650,34
6. Tratam. y eliminación residuos	9.485,29	9.485,29	13.586,41	13.966,27	14.547,57	15.157,60	15.666,31
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>286.797,91</b>	<b>284.555,86</b>	<b>340.823,76</b>	<b>370.377,38</b>	<b>385.202,87</b>	<b>383.459,67</b>	<b>399.731,53</b>
5. Cambio uso suelo y silvicultura	-9.456,00	-9.456,00	-23.870,79	-26.757,65	-31.746,09	-31.476,51	-35.301,49

#### **Contribución al total de CO<sub>2</sub> equivalente**

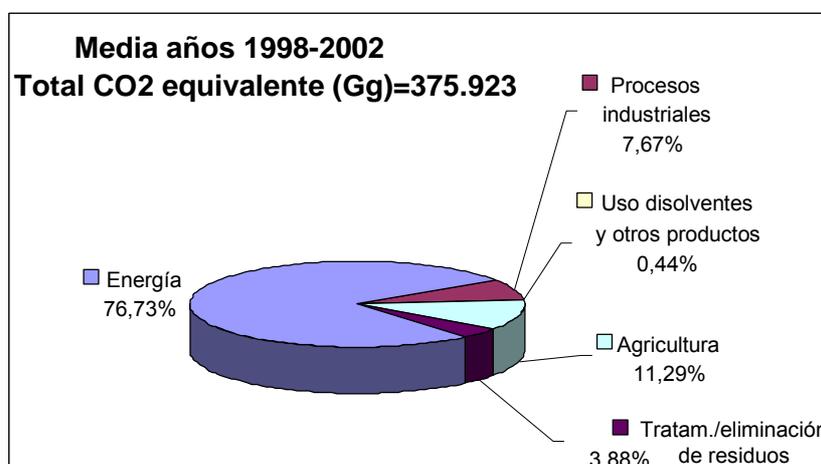
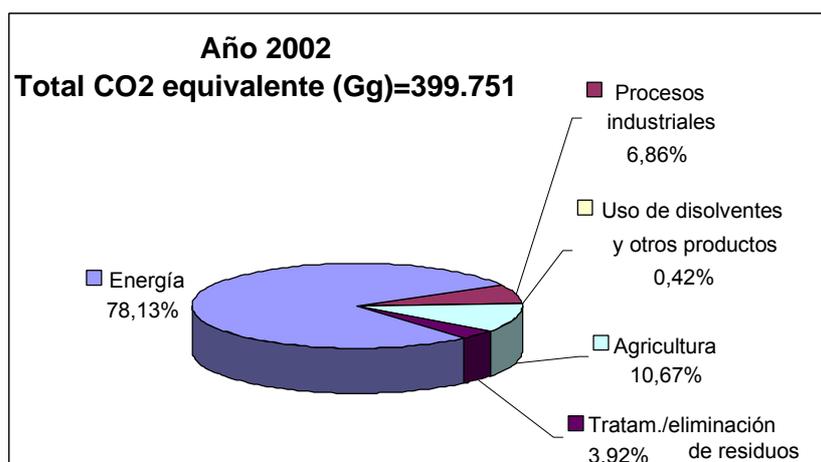
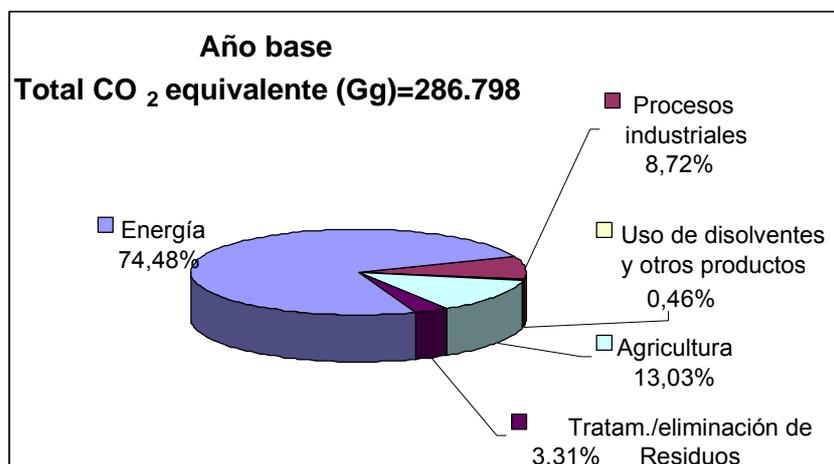
SECTOR	Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
1. Procesado de la energía	74,48	75,06	75,41	76,40	76,42	77,06	78,13
2. Procesos industriales	8,72	8,00	8,11	8,06	8,04	7,35	6,86
3. Uso de disolventes y otros prod.	0,46	0,47	0,48	0,45	0,44	0,42	0,42
4. Agricultura	13,03	13,13	12,01	11,32	11,32	11,21	10,67
6. Tratam. y eliminación residuos	3,31	3,33	3,99	3,77	3,78	3,95	3,92
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>100,00</b>						

#### **Índice anual**

SECTOR	Año base	1990	1998	1999	2000	2001	2002
1. Procesado de la energía	100	100	120,33	132,47	137,81	138,34	146,21
2. Procesos industriales	100	91,04	110,48	119,38	123,84	112,74	109,61
3. Uso de disolventes y otros prod.	100	100	122,99	125,85	128,36	121,55	127,35
4. Agricultura	100	100	109,55	112,17	116,71	115,03	114,12
6. Tratam. y eliminación residuos	100	100	143,24	147,24	153,37	159,80	165,16
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>100</b>	<b>99,22</b>	<b>118,84</b>	<b>129,14</b>	<b>134,31</b>	<b>133,70</b>	<b>139,38</b>

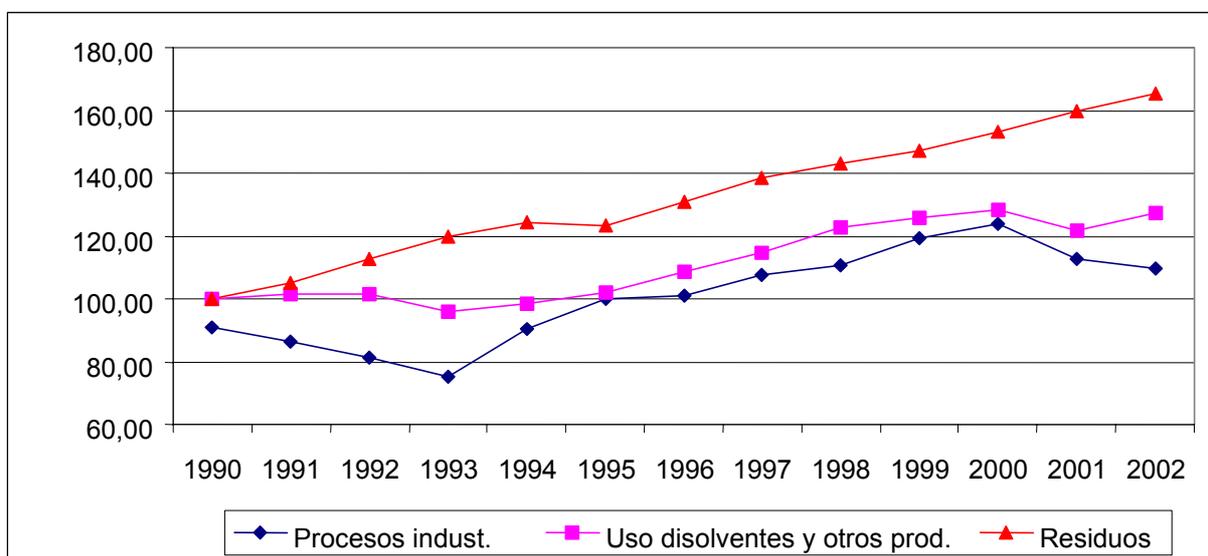
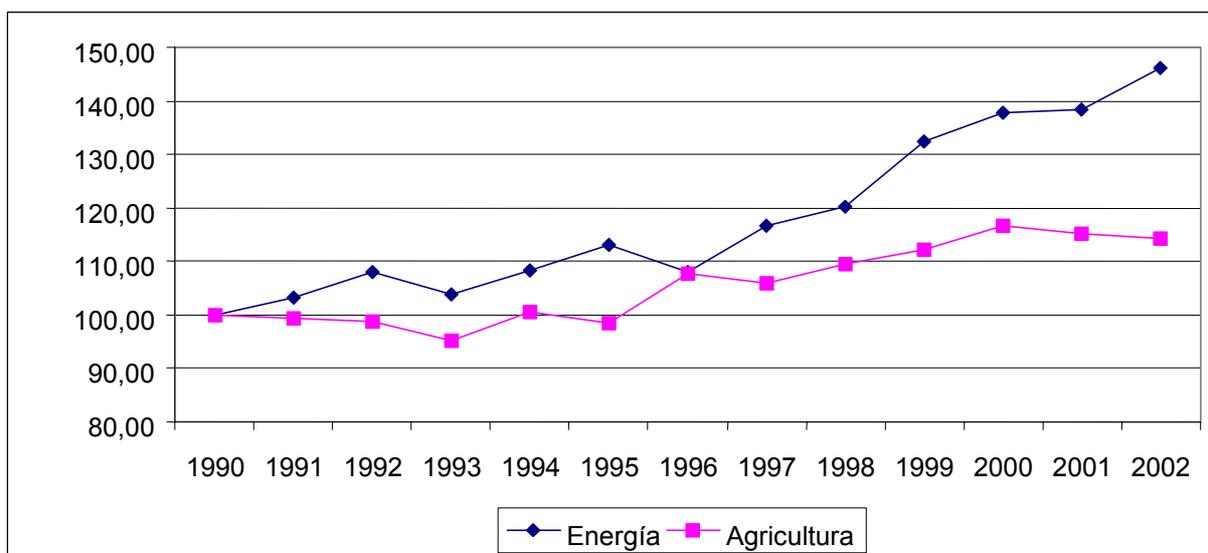
Al efectuar el examen por sector de actividad, véase la figura 5.4, destaca en primer lugar la contribución dominante del grupo de la energía con un peso que oscila entre 74,5% en el año base y 78,1% en el año 2002, con un valor intermedio de 76,7% para el quinquenio 1998-2002. Debe tenerse en cuenta que este grupo de IPCC recoge, además de las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles, las cuales son muy relevantes para determinados gases tales como los COVNM y CH<sub>4</sub>. En segundo lugar, aunque a gran distancia del grupo anterior, se sitúa la contribución de la agricultura, con cuotas que oscilan en torno al 13% en el año base y entre 11,3% para el quinquenio 1998-2002 y 10,7% para el año 2002. El tercer grupo en importancia lo constituyen los procesos industriales, de naturaleza físico-química (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo energía), y cuya contribución disminuye de 8,7% en el año base a 6,9% en el año 2002, pasando por 7,7% como valor promedio para el quinquenio 1998-2002. El grupo de tratamiento y eliminación de residuos experimenta un leve crecimiento pasando su contribución del 3,3% en el año base a cifras en torno al 3,9% en la media y en el último de los años del subintervalo 1998-2002. Finalmente, queda por mencionar la contribución marginal y estable, 0,4%-0,5%, del grupo uso de disolventes y otros productos, que está relativamente poco relacionado con los gases de efecto invernadero directo pues su contribución esencial corresponde a los COVNM.

**FIGURA 5.4.**  
**CONTRIBUCIÓN POR SECTORES A LAS EMISIONES**



En la figura 5.5 se presentan los índices de variación temporal, mostrándose en la parte superior los correspondientes a los sectores de procesado de la energía y la agricultura y en la inferior a los sectores de procesos industriales (excluidos los de combustión), de tratamiento y eliminación de residuos, y de uso de disolventes y otros productos. Por lo que respecta al sector energético se reproducen en gran medida los perfiles más arriba comentados con relación al agregado de emisiones (figura 5.1) y al CO<sub>2</sub> (figura 5.3) lo que se justifica por la estrecha relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el sector de la energía y de ambos con el agregado de emisiones. En el sector de agricultura se aprecia una estabilidad entre los años 1990 y 1995, a la que sigue, en el periodo 1997-2000, una pauta de crecimiento sostenido, seguida de un descenso a partir del año 2000 hasta el año 2002. El sector de tratamiento y eliminación de residuos es el que muestra la tendencia al alza más intensa y uniforme a lo largo de todo el periodo 1990-2002. Por último el sector de uso de disolventes y otros productos muestra, tras la fase estable de los años 1990-1992, un incremento sostenido a lo largo de los años 1993-2000, cayendo en el año 2001 y recuperándose en el año 2002, aunque su muy reducido nivel absoluto lo hace irrelevante respecto a la evolución del agregado. En resumen, se pueden distinguir las evoluciones, por un lado, del grupo de la energía y de los procesos industriales que se sitúan en el año 2002 en torno al 42,4% por encima del año base, el grupo de tratamiento de residuos que alcanza en dicho año un nivel superior al 65% respecto al año de referencia, y por debajo de los anteriores, minorando ligeramente la contribución de los anteriores al crecimiento del agregado de emisiones, el sector agrícola con un incremento en torno al 14,1% respecto al año base.

**FIGURA 5.5.**  
**ÍNDICES DE EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES POR SECTORES**



#### 5.4.- ANÁLISIS DE FUENTES DE EMISIÓN CLAVE

Con el objetivo de mejorar la precisión y exactitud de las estimaciones de los inventarios de emisiones, es necesario centrar los procedimientos de aseguramiento y control de calidad sobre las actividades que, desde el punto de vista de su contribución a la incertidumbre de las estimaciones del inventario, pueden considerarse clave o prioritarias.

En este sentido, la Guía de Buenas Prácticas (GBP) de IPCC define una fuente (alternativamente un sumidero) de emisión como clave si tal fuente puede ejercer una influencia significativa en la estimación ya sea del nivel o de la tendencia del conjunto de inventario.

Desde un punto de vista operativo la GBP establece dos enfoques o niveles (Tier) para abordar la identificación de las fuentes clave. El primer enfoque, Tier 1, se orienta a determinar la influencia que, ya sea en nivel (*Level Assessment*) o en tendencia (*Trend Assessment*), una fuente de emisión puede ejercer sobre la incertidumbre de la estimación global del inventario, pero sin necesidad de acudir a procedimientos formales de análisis de la incertidumbre. El segundo enfoque, Tier 2; hace un planteamiento similar pero contando que se dispone de la información previa derivada de un análisis formal de la incertidumbre. Pues bien, dado que en el caso de los Inventarios Nacionales de Emisiones no se ha implantado todavía un análisis formal de la incertidumbre (si bien está en proceso de desarrollo) se desarrolla en este sub-epígrafe el análisis según el Tier 1.

Cuando se usa ese primer enfoque se debe distinguir entre la identificación de una fuente como clave bien sea en nivel, bien en tendencia o en ambos conceptos. Para la identificación en *nivel*, se parte de la fijación de un umbral (habitualmente del 95%) para la función de distribución acumulada de las emisiones según actividades del inventario, habiendo ordenado estas en sentido decreciente de contribución al inventario (en este caso en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>-e). Se puede considerar que el conjunto de las actividades incluidas, en la función de distribución acumulada, dentro de aquel umbral permite garantizar un porcentaje del orden del 90% de la incertidumbre conjunta del inventario. Para la identificación en *tendencia*, el Tier 1 fija también un umbral del 95%, pero establecido en este caso sobre la contribución de las actividades a la métrica de la tendencia<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Las métricas respectivas para el nivel y para la tendencia corresponden a las fórmulas (1) y (2) siguientes:

$$(1) \quad L_{x,t} = \frac{E_{x,t}}{E_t}$$

$$(2) \quad T_{x,t} = L_{x,t} * \left| \frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{E_{x,t}} - \frac{(E_t - E_0)}{E_t} \right|$$

donde:

Una vez presentado el enfoque del análisis se pasa a mostrar los resultados obtenidos en la identificación de fuentes de emisión clave para *el nivel* de los años inicial (1990) y final (2002), tablas 5.4 y 5.5, y de la *tendencia* en el año 2002, tabla 5.6. Una síntesis de los resultados para el conjunto del periodo se muestra en la tabla 5.7, que además de la calificación, según proceda, de una fuente como clave respecto al nivel y/o la tendencia, incluye en algunos casos un juicio cualitativo de aquellas fuentes que, adicionalmente a los criterios de nivel y/o tendencia, merecen atención por otros posibles motivos como candidatas a ejercer una influencia significativa sobre las estimaciones globales del inventario. Los motivos citados en la GBP para la calificación cualitativa como fuente clave incluyen entre otros los siguientes: i) acciones en curso o previstas de control y reducción de las emisiones; ii) haber experimentado cambios importantes en el periodo considerado; iii) mostrar evidencia de dar lugar a grandes incertidumbres; iv) mostrar emisiones inesperadamente altas y/ o bajas; y v) ser susceptibles de cambios metodológicos importantes en la estimación de sus emisiones.

Respecto a la información recogida en este apartado en la edición anterior del Informe del Inventario, los criterios adoptados en la selección de fuentes claves a considerar han respondido más estrechamente a los principios establecidos en la GBP de IPCC (aun así, la adopción de tales criterios dan la posibilidad de incorporar consideraciones nacionales). Por tanto, comparando con la presentada en la entrega anterior, la lista de fuentes claves contempladas presenta los siguientes cambios:

- Con relación a las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para el Sector Energía, los criterios asumidos han sido:
  - Diferenciar dentro del Sector Transporte por modo de transporte
  - Agrupar todas las fuentes estacionarias (diferenciadas por tipo de contaminante)
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> por combustión estacionaria dentro del Sector Energía se han desglosado cruzando el tipo de combustible con las siguientes subcategorías: centrales térmicas (1A1a), refinerías de petróleo (1A1b), coquerías (1A1c) y otras fuentes (1A2+1A4)
- Las emisiones fugitivas en el Sector Industria han sido tratadas a nivel de subcategorías, distinguiendo combustibles sólidos (1B1) y petróleo y gas (1B2).

---

$L_{x,t}$  es la valoración de nivel para la categoría  $x$  en el año  $t$

$T_{x,t}$  es la valoración de tendencia para la categoría  $x$  en el año  $t$

$E_{x,t}$  y  $E_{x,0}$  son las estimaciones de emisiones para la categoría  $x$  en el año  $t$  y año  $0$ , respectivamente

$0$  es el año base (i.e. 1990)

- Dentro del grupo de Procesos Industriales, las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por los subgrupos 2B (Industria Química) y 2C (Producción metalúrgica) se han incorporado a un mismo ítem. Por su parte las emisiones de CO<sub>2</sub> en Industria Química no han sido diferenciadas del resto de actividades del grupo.
- La categoría fuente 4D ha sido subdividida en las siguientes subcategorías:
  - 4D1 Emisiones Directas por Suelos
  - 4D2 Producción Animal
  - 4D3 Emisiones Indirectas por Suelos
- Un procedimiento similar se ha seguido dentro de la categoría fuente Residuos evaluando conjuntamente las emisiones por Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (6B1) y Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas y Comerciales (6B2) para cada uno de los contaminantes, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

Se ha desarrollado un programa de software que automatiza en su totalidad la aplicación de los criterios señalados para la determinación de la lista y la contribución estimada de las fuentes claves seleccionadas. Este programa simplifica la identificación y el análisis de todas las fuentes claves según los criterios previamente adoptados.

**TABLA 5.4.**  
**CONTRIBUCIÓN POR ACTIVIDADES AL “NIVEL” – AÑO 1990**

CATEGORÍAS DE FUENTES IPCC		Gas	Gg CO <sub>2</sub> Equivalente	Contribución (1)	Acumulado (2)
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Sólido	CO <sub>2</sub>	57.779,09	0,203	0,203
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Líquido	CO <sub>2</sub>	45.247,12	0,159	0,362
1A3b	Transporte por Carretera- Gasolina	CO <sub>2</sub>	25.928,33	0,091	0,453
1A3b	Transporte por Carretera - Gasóleo	CO <sub>2</sub>	25.383,12	0,089	0,542
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Sólido	CO <sub>2</sub>	15.078,76	0,053	0,595
4A	Fermentación Entérica en Ganado Doméstico	CH <sub>4</sub>	12.651,18	0,044	0,640
2A1	Producción de Cemento	CO <sub>2</sub>	12.534,33	0,044	0,684
1A1b	Refino de petróleo- Líquido	CO <sub>2</sub>	10.862,00	0,038	0,722
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Gaseoso	CO <sub>2</sub>	9.465,71	0,033	0,755
4D1	Suelos Agrícolas - Emisiones Directas	N <sub>2</sub> O	8.535,01	0,030	0,785
4B	Gestión de Estiércol	CH <sub>4</sub>	6.220,81	0,022	0,807
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Líquido	CO <sub>2</sub>	6.015,03	0,021	0,828
6A	Depósito en Vertederos	CH <sub>4</sub>	5.390,92	0,019	0,847
4D3	Suelos Agrícolas - Emisiones Indirectas	N <sub>2</sub> O	4.836,27	0,017	0,864
1A3a	Aviación Civil	CO <sub>2</sub>	4.135,39	0,015	0,879
1A1+1A2+1A4	Combustión Estacionaria	N <sub>2</sub> O	2.895,33	0,010	0,889
2B2	Producción de Acido Nítrico	N <sub>2</sub> O	2.884,16	0,010	0,899
4D2	Suelos Agrícolas - Producción Animal	N <sub>2</sub> O	2.793,99	0,010	0,909
2E1	Fabricación de HCFC-22 (Emisión de HFC-23)	HFC	2.403,18	0,008	0,917
2-2A1-2A2-2C1	Otros Procesos Industriales	CO <sub>2</sub>	2.398,78	0,008	0,926
1A1c	Transformación de combustibles sólidos	CO <sub>2</sub>	2.077,73	0,007	0,933
1B1	Emisiones Fugitivas en Minería y Tratamiento de Carbón	CH <sub>4</sub>	1.788,93	0,006	0,939
1B2	Emisiones Fugitivas Petróleo y Gas Natural	CO <sub>2</sub>	1.743,41	0,006	0,946
4B	Gestión de Estiércol	N <sub>2</sub> O	1.631,73	0,006	0,951
<b>SUBTOTAL</b>			<b>270.680,30</b>		
<b>EMISIÓN TOTAL</b>			<b>284.555,86</b>		
<b>PORCENTAJE DEL TOTAL</b>			<b>95,12</b>		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

**TABLA 5.5.**  
**CONTRIBUCIÓN POR ACTIVIDADES AL “NIVEL” – AÑO 2002**

CATEGORÍAS DE FUENTES IPCC		Gas	Gg CO <sub>2</sub> Equivalente	Contribución (1)	Acumulado (2)
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Sólido	CO <sub>2</sub>	78.418,78	0,196	0,196
1A3b	Transporte por Carretera - Gasóleo	CO <sub>2</sub>	57.209,14	0,143	0,339
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Líquido	CO <sub>2</sub>	53.102,09	0,133	0,472
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Gaseoso	CO <sub>2</sub>	37.288,43	0,093	0,565
1A3b	Transporte por Carretera- Gasolina	CO <sub>2</sub>	25.982,17	0,065	0,630
2A1	Producción de Cemento	CO <sub>2</sub>	15.853,10	0,040	0,670
4A	Fermentación Entérica en Ganado Doméstico	CH <sub>4</sub>	14.720,06	0,037	0,707
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Líquido	CO <sub>2</sub>	14.097,41	0,035	0,742
1A1b	Refino de petróleo- Líquido	CO <sub>2</sub>	11.903,22	0,030	0,772
6A	Depósito en Vertederos	CH <sub>4</sub>	10.872,77	0,027	0,799
4D1	Suelos Agrícolas - Emisiones Directas	N <sub>2</sub> O	8.357,39	0,021	0,820
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Gaseoso	CO <sub>2</sub>	5.900,37	0,015	0,835
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Sólido	CO <sub>2</sub>	5.694,35	0,014	0,849
4D3	Suelos Agrícolas - Emisiones Indirectas	N <sub>2</sub> O	5.204,67	0,013	0,862
1A3a	Aviación Civil	CO <sub>2</sub>	5.084,17	0,013	0,875
1A1+1A2+1A4	Combustión Estacionaria	N <sub>2</sub> O	3.888,17	0,010	0,885
4D2	Suelos Agrícolas - Producción Animal	N <sub>2</sub> O	3.305,79	0,008	0,893
2F	Consumo de Halocarburos y SF <sub>6</sub>	HFC & PFC	2.725,47	0,007	0,900
1A3d	Tráfico Marítimo Nacional	CO <sub>2</sub>	2.338,07	0,006	0,905
1A3b	Transporte por Carretera	N <sub>2</sub> O	2.197,32	0,005	0,911
1B2	Emisiones Fugitivas Petróleo y Gas Natural	CO <sub>2</sub>	2.148,94	0,005	0,916
2C1	Producción de Hierro y Acero	CO <sub>2</sub>	1.947,55	0,005	0,921
2-2A1-2A2-2C1	Otros Procesos Industriales	CO <sub>2</sub>	1.781,41	0,004	0,926
1A1c	Transformación de combustibles sólidos	CO <sub>2</sub>	1.495,79	0,004	0,929
2A2	Producción de Cal	CO <sub>2</sub>	1.433,34	0,004	0,933
3	Uso de Disolventes y de Otros Productos	CO <sub>2</sub>	1.252,69	0,003	0,936
1B2	Emisiones Fugitivas Petróleo y Gas Natural	CH <sub>4</sub>	1.167,15	0,003	0,939
2E1	Fabricación de HCFC-22 (Emisión de HFC-23)	HFC	1.028,66	0,003	0,942
1B1	Emisiones Fugitivas en Minería y Tratamiento de Carbón	CH <sub>4</sub>	1.019,04	0,003	0,944
1A1b	Refino de petróleo- Gaseoso	CO <sub>2</sub>	834,53	0,002	0,946
1A1+1A2+1A4	Combustión Estacionaria	CH <sub>4</sub>	771,75	0,002	0,948
4B	Gestión de Estiércol	CH <sub>4</sub>	766,69	0,002	0,950
<b>SUBTOTAL</b>			<b>379.790,52</b>		
<b>EMISIÓN TOTAL</b>			<b>399.731,53</b>		
<b>PORCENTAJE DEL TOTAL</b>			<b>95,01</b>		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

**TABLA 5.6.**  
**CONTRIBUCIÓN POR ACTIVIDADES AL “NIVEL” – AÑO 2002**

CATEGORÍAS DE FUENTES IPCC		Gas	Gg CO <sub>2</sub> -e 1990	Gg CO <sub>2</sub> -e 2002	Tendencia (1)	Contribución (2)	Acumulado (3)
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Gaseoso	CO <sub>2</sub>	9.465,71	37.288,43	0,043	0,172	0,172
1A3b	Transporte por Carretera - Gasóleo	CO <sub>2</sub>	25.383,12	57.209,14	0,038	0,155	0,327
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Sólido	CO <sub>2</sub>	15.078,76	5.694,35	0,028	0,111	0,438
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Líquido	CO <sub>2</sub>	45.247,12	53.102,09	0,019	0,075	0,513
1A3b	Transporte por Carretera- Gasolina	CO <sub>2</sub>	25.928,33	25.982,17	0,019	0,075	0,587
4B	Gestión de Estiércol	CH <sub>4</sub>	6.220,81	766,69	0,014	0,057	0,645
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Líquido	CO <sub>2</sub>	6.015,03	14.097,41	0,010	0,040	0,685
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Gaseoso	CO <sub>2</sub>	427,14	5.900,37	0,009	0,038	0,723
4D1	Suelos Agrícolas – Emisiones Directas	N <sub>2</sub> O	8.535,01	8.357,39	0,006	0,026	0,749
1A1b	Refino de petróleo- Líquido	CO <sub>2</sub>	10.862,00	11.903,22	0,006	0,024	0,773
6A	Depósito en Vertederos	CH <sub>4</sub>	5.390,92	10.872,77	0,006	0,024	0,797
4A	Fermentación Entérica en Ganado Doméstico	CH <sub>4</sub>	12.651,18	14.720,06	0,005	0,022	0,819
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Sólido	CO <sub>2</sub>	57.779,09	78.418,78	0,005	0,020	0,838
2F	Consumo de Halocarburos y SF <sub>6</sub>	HFC & PFC	0,00	2.725,47	0,005	0,020	0,858
2E1	Fabricación de HCFC-22 (Emisión de HFC-23)	HFC	2.403,18	1.028,66	0,004	0,017	0,875
2A1	Producción de Cemento	CO <sub>2</sub>	12.534,33	15.853,10	0,003	0,013	0,887
4D3	Suelos Agrícolas - Emisiones Indirectas	N <sub>2</sub> O	4.836,27	5.204,67	0,003	0,011	0,899
2-2A1-2A2-2C1	Otros Procesos Industriales	CO <sub>2</sub>	2.398,78	1.781,41	0,003	0,011	0,910
6B	Tratamiento de Aguas Residuales	CH <sub>4</sub>	1.518,21	593,67	0,003	0,011	0,921
1B1	Emisiones Fugitivas en Minería y Tratamiento de Carbón	CH <sub>4</sub>	1.788,93	1.019,04	0,003	0,011	0,932
1A1c	Transformación de combustibles sólidos	CO <sub>2</sub>	2.077,73	1.495,79	0,003	0,010	0,942
1A3b	Transporte por Carretera	N <sub>2</sub> O	672,98	2.197,32	0,002	0,009	0,951
<b>SUBTOTAL</b>			<b>257.214,62</b>	<b>356.212,02</b>	<b>0,236</b>		
<b>EMISIÓN TOTAL</b>			<b>284.555,86</b>	<b>399.731,53</b>	<b>0,248</b>		
<b>PORCENTAJE DEL TOTAL</b>			<b>90,39</b>	<b>89,11</b>	<b>95,11</b>		

(1). Véase fórmula 2 de la nota a pie de página 2 anterior.

(2). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario

(3). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

**TABLA 5.7.**  
**SÍNTESIS CONTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES AL INVENTARIO**

CATEGORÍAS DE FUENTES IPCC		Gas	Categoría Fuentes Clave	Criterio (1)		Comentarios
				Nivel	Tendencia	
<u>ENERGÍA</u>						
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Gaseoso	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1997-2002 Tendencia en 1993-1995, 1997-2002
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Sólido	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-2002
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Líquido	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-1992, 1994-1997, 1999-2002
1A1a	Producción de Electricidad y Calor en CCTT de Servicio Público- Otros	CO <sub>2</sub>				
1A1b	Refino de petróleo- Gaseoso	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 2002 Tendencia en 1997-1999
1A1b	Refino de petróleo- Líquido	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-1996, 1998-2002
1A1c	Transformación de combustibles sólidos - Gaseoso	CO <sub>2</sub>	SI		SI	Tendencia en 1991, 1996
1A1c	Transformación de combustibles sólidos - Sólido	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-2002
1A1c	Transformación de combustibles sólidos - Líquido	CO <sub>2</sub>				
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Gaseoso	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-2002
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Sólido	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-2002
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Líquido	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-2002
1A2+1A4	Combustión Estacionaria - Otras fuentes - Otros	CO <sub>2</sub>				
1A1+1A2+1A4	Combustión Estacionaria	CH <sub>4</sub>	SI	SI		Nivel en 1992-1993, 1998-2002
1A1+1A2+1A4	Combustión Estacionaria	N <sub>2</sub> O	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-1992, 1995
1A3a	Aviación Civil	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-1997
1A3a	Aviación Civil	CH <sub>4</sub>				
1A3a	Aviación Civil	N <sub>2</sub> O				
1A3b	Transporte por Carretera- Gasolina	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-2002
1A3b	Transporte por Carretera - Gasóleo	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1991-2002
1A3b	Transporte por Carretera	CH <sub>4</sub>				
1A3b	Transporte por Carretera	N <sub>2</sub> O	SI	SI	SI	Nivel en 1992-1993, 1998-2002 Tendencia en 1994-2002
1A3d	Tráfico Marítimo Nacional	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1992-1996, 1998-2002 Tendencia en 1994, 1997-1998
1A3d	Tráfico Marítimo Nacional	CH <sub>4</sub>				
1A3d	Tráfico Marítimo Nacional	N <sub>2</sub> O				
1A3c+1A3e	Otros Transportes	CO <sub>2</sub>				
1A3c+1A3e	Otros Transportes	CH <sub>4</sub>				
1A3c+1A3e	Otros Transportes	N <sub>2</sub> O				
1B1	Emisiones Fugitivas en Minería y Transformación de Carbón	CO <sub>2</sub>				
1B1	Emisiones Fugitivas en Minería y Transformación de Carbón	CH <sub>4</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-1993, 1997-2002 Tendencia en 1991-2002
1B2	Emisiones Fugitivas Petróleo y Gas Natural	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002 Tendencia en 1993-1994
1B2	Emisiones Fugitivas Petróleo y Gas Natural	CH <sub>4</sub>	SI	SI		Nivel en 1992-1993, 1998, 2000-2002

(1). Identificación del criterio (nivel, tendencia) por el cual la fuente de emisión se considera clave.

**TABLA 5.7. (Continuación)**  
**SÍNTESIS CONTRIBUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES AL INVENTARIO**

CATEGORÍAS DE FUENTES IPCC		Gas	Categoría Fuentes Clave	Criterio (1)		Comentarios	
				Nivel	Tendencia		
<b>PROCESOS INDUSTRIALES</b>							
2A1	Producción de Cemento	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1991-2002
2A2	Producción de Cal	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1992-1993, 1998-2002	Tendencia en 1994
2C1	Producción de Hierro y Acero	CO <sub>2</sub>	SI	SI		Nivel en 1992-1993, 1998-2002	
2-2A1-2A2-2C1	Otros Procesos Industriales	CO <sub>2</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1992-1994, 2002
2	Procesos Industriales	CH <sub>4</sub>					
2B2	Producción de Acido Nítrico	N <sub>2</sub> O	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2001	Tendencia en 1991-2001
2C3	Producción de Aluminio	PFC	SI	SI	SI	Nivel en 1992-1993, 1998	Tendencia en 2000
2E1	Fabricación de HCFC-22 (Emisión de HFC-23)	HFC	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1991-1992, 1994-2000, 2002
2E2+2E3	Producción de Halocarburos y SF <sub>6</sub> (excluido HCFC-22)	HFC & PFC					
2F	Consumo de Halocarburos y SF <sub>6</sub> (2)	HFC & PFC	SI	SI	SI	Nivel en 1998-2002	Tendencia en 1997-2002
2F7	Equipamiento Eléctrico	SF <sub>6</sub>					
<b>USO DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS</b>							
3	Uso de Disolventes y de Otros Productos	CO <sub>2</sub>	SI	SI		Nivel en 1992-1993, 1998-2002	
3	Uso de Disolventes y de Otros Productos	N <sub>2</sub> O					
<b>AGRICULTURA</b>							
4A	Fermentación Entérica en Ganado Doméstico	CH <sub>4</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1991-1995, 1997-2002
4B	Gestión de Estiércol	CH <sub>4</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-1999, 2002	Tendencia en 1991-1994, 1998-2002
4B	Gestión de Estiércol	N <sub>2</sub> O	SI	SI	SI	Nivel en 1990-1991, 1994, 1996-1997	Tendencia en 1995, 1997
4C	Cultivo de Arroz	CH <sub>4</sub>					
4D1	Suelos Agrícolas - Emisiones Directas	N <sub>2</sub> O	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1991-2002
4D2	Suelos Agrícolas - Producción Animal	N <sub>2</sub> O	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1995
4D3	Suelos Agrícolas - Emisiones Indirectas	N <sub>2</sub> O	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1991-1995, 1997-2002
4F	Quema en Campo de Residuos Agrícolas	CH <sub>4</sub>					
4F	Quema en Campo de Residuos Agrícolas	N <sub>2</sub> O					
<b>RESIDUOS</b>							
6A	Depósito en Vertederos	CO <sub>2</sub>					
6A	Depósito en Vertederos	CH <sub>4</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1990-2002	Tendencia en 1991-2002
6B	Tratamiento de Aguas Residuales	CH <sub>4</sub>	SI	SI	SI	Nivel en 1993	Tendencia en 1991-2002
6B	Tratamiento de Aguas Residuales	N <sub>2</sub> O					
6C	Incineración de Residuos	CO <sub>2</sub>					
6C	Incineración de Residuos	CH <sub>4</sub>					
6C	Incineración de Residuos	N <sub>2</sub> O					

(1). Identificación del criterio (nivel, tendencia) por el cual la fuente de emisión se considera clave.

(2). Fuente clave por criterio cualitativo: imprecisiones en la identificación de las variables de actividad o los factores de emisión

## 5.5.- CAPTACIÓN DE CO<sub>2</sub> POR LA BIOMASA FORESTAL

Se diferencian dos aspectos:

- Cálculo de la SUPERFICIE FORESTAL
- Cálculo de la MASA FORESTAL

La superficie y la masa forestal española se estiman a partir de los datos utilizados por el Inventario Forestal Nacional (IFN), en concreto, para este trabajo se han recogido los datos del Segundo Inventario y las provincias con datos hasta mediados de agosto del año 2003 del Tercer Inventario<sup>5</sup>, relacionadas en el ANEXO.

Estimamos que el Segundo Inventario da como fecha base de realización el año 1990 (IFN 2, 1986-1995) y el Tercer Inventario el año 2000 (IFN 3, 1997-2006).

El método de cálculo acepta el error relativo de menos del 10% que asume el Inventario Forestal Nacional con un coeficiente de confianza del 95%.

A continuación se muestran los métodos de cálculo de una forma simplificada (ver ANEXO para mayor detalle).

### CÁLCULO DE LA SUPERFICIE FORESTAL

Los datos corresponden a **valores provinciales**, consideración que debe tenerse en cuenta en los cálculos a nivel de Comunidad Autónoma o a nivel Nacional, ya que los coeficientes de crecimiento o decrecimiento calculados no son iguales en cada provincia.

La SUPERFICIE utilizada para el cálculo corresponde a la suma de los siguientes usos referidos en el Segundo y Tercer Inventario Forestal Nacional:

- Forestal Arbolado: Monte arbolado con *Fracción de Cobida Cubierta* (FCC) mayor o igual al 20%.
- Forestal Arbolado Ralo y Disperso: Monte arbolado con *Fracción de Cobida Cubierta* (FCC) entre el 5 y el 20%.

---

<sup>5</sup> ICONA: Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.  
DGCN: Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006). Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente.

## SUPERFICIES PROVINCIALES

Tomando como dato de partida la SUPERFICIE en hectáreas, se obtiene una lista a nivel provincial, distribuido de la siguiente forma:

1. Relación de los años sucesivos a 1990
2. Incremento de superficie (ha): es la diferencia entre dos años sucesivos de superficie arbolada.
3. Superficie Arbolada (ha): a partir de los datos obtenidos en el Segundo y Tercer Inventario se calcula el **coeficiente de crecimiento o decrecimiento anual de superficie (CIAS)** por comparación de éstos, suponiendo un aumento potencial de la superficie en el tiempo. En las provincias en las que no hay valor del tercer inventario, éste coeficiente de crecimiento se estima a partir de los valores de las provincias que si lo tienen (ver ANEXO). A través de este coeficiente de crecimiento y partiendo de la superficie arbolada de 1990 dada por el IFN 2 se obtienen la superficies de los restantes años.

La tabla 5.8 muestra un ejemplo de estas superficies para la provincia de Cáceres.

**TABLA 5.8**  
**SUPERFICIE FORESTAL PROVINCIAL DE CÁCERES**

AÑO	CÁCERES	
	INCREMENTO DE SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE ARBOLADA (ha)
1990	23.688	756.289
1991	24.430	779.977
1992	25.195	804.407
1993	25.985	829.603
1994	26.798	855.588
1995	27.638	882.386
1996	28.504	910.024
1997	29.396	938.527
1998	30.317	967.924
1999	31.267	998.241
2000	32.246	1.029.507
2001	33.256	1.061.753
2002	34.298	1.095.009

## SUPERFICIES POR COMUNIDAD AUTÓNOMA Y A NIVEL NACIONAL

Por Comunidad Autónoma y a nivel Nacional obtenemos igualmente la tabla 5.9 con las siguientes columnas:

1. Relación de los años sucesivos a 1990
2. Incremento de superficie (ha): diferencia entre dos años sucesivos de superficie arbolada
3. Superficie Arbolada (ha): obtenida a partir de la suma de los valores de superficie arbolada de las distintas provincias y comunidades autónomas respectivamente

**TABLA 5.9**  
**SUPERFICIE FORESTAL**  
**DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA**

AÑO	EXTREMADURA	
	INCREMENTO DE SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE ARBOLADA (ha)
1990	40.740	1.457.591
1991	41.897	1.498.331
1992	43.087	1.540.228
1993	44.311	1.583.315
1994	45.570	1.627.626
1995	46.866	1.673.196
1996	48.199	1.720.063
1997	49.571	1.768.262
1998	50.982	1.817.833
1999	52.435	1.868.816
2000	53.929	1.921.250
2001	55.466	1.975.179
2002	57.047	2.030.645

## SUPERFICIE POR ESPECIES A NIVEL NACIONAL

Con objeto de cumplimentar la primera columna de la tabla 5A se obtiene la superficie arbolada por especies o grupo de especies, calculando el tanto por ciento de superficie que supone cada especie o grupo de especies sobre el total de superficie arbolada de cada año y asumiendo que ese porcentaje se mantiene el resto de años.

Se han utilizado las especies o grupos de especies de la tabla 106 del Segundo Inventario Forestal agrupándolas en las principales especies o grupos de especies (ver anexo).

**TABLA 5.10.**  
**SUPERFICIES POR ESPECIES A NIVEL NACIONAL**

ESPECIES	SUPERFICIE IFN2	% sobre total	SUP1991	....	SUP1998	SUP1999	SUP2000	SUP2001	SUP2002
Abies alba	60.216,14	0,43	61.791		74.141	76.112	78.140	80.227	82.374
Pinus halepensis	1.544.689,52	11,11	1.585.091		1.901.885	1.952.459	2.004.489	2.058.019	2.113.097
Pinus nigra	565.589,79	4,07	580.383		696.377	714.895	733.946	753.546	773.713
Pinus pinaster	1.354.196,48	9,74	1.389.616		1.667.342	1.711.680	1.757.293	1.804.221	1.852.507
Pinus pinea	473.801,15	3,41	486.193		583.363	598.876	614.835	631.254	648.148
Pinus radiata	314.927,76	2,26	323.165		387.752	398.063	408.671	419.584	430.813
Pinus sylvestris	1.617.752,24	11,63	1.660.065		1.991.843	2.044.809	2.099.299	2.155.362	2.213.045
Pinus uncinata	52.273,80	0,38	53.641		64.362	66.073	67.834	69.645	71.509
Resto Coníferas	928.560,69	6,68	952.847		1.143.282	1.173.684	1.204.960	1.237.139	1.270.248
<b>Total Coníferas</b>	<b>6.912.007,57</b>	<b>49,71</b>	<b>7.092.792</b>		<b>8.510.348</b>	<b>8.736.651</b>	<b>8.969.466</b>	<b>9.208.997</b>	<b>9.455.453</b>
Castanea sativa	83.497,18	0,60	85.681		102.805	105.539	108.351	111.245	114.222
Fagus sylvatica	311.115,22	2,24	319.252		383.058	393.244	403.723	414.505	425.598
Quercus faginea	247.653,29	1,78	254.131		304.921	313.029	321.371	329.953	338.784
Quercus ilex	1.384.912,60	9,96	1.421.135		1.705.161	1.750.504	1.797.152	1.845.145	1.894.526
Quercus pyrenaica	340.454,17	2,45	349.359		419.181	430.328	441.795	453.593	465.733
Quercus robur	188.101,67	1,35	193.021		231.599	237.757	244.093	250.611	257.318
Quercus suber	152.329,43	1,10	156.314		187.554	192.542	197.672	202.951	208.383
Populus spp.	53.767,98	0,39	55.174		66.201	67.962	69.773	71.636	73.553
Eucalyptus spp.	379.852,69	2,73	389.788		467.690	480.127	492.921	506.085	519.629
Resto Frondosas	3.850.967,81	27,70	3.951.690		4.741.470	4.867.553	4.997.264	5.130.716	5.268.028
<b>Total Frondosas</b>	<b>6.992.652,04</b>	<b>50,29</b>	<b>7.175.546</b>		<b>8.609.641</b>	<b>8.838.584</b>	<b>9.074.116</b>	<b>9.316.441</b>	<b>9.565.773</b>
<b>TOTAL</b>	<b>13.904.659,61</b>	<b>100,00</b>	<b>14.268.338</b>		<b>17.119.988</b>	<b>17.575.235</b>	<b>18.043.582</b>	<b>18.525.438</b>	<b>19.021.226</b>

### CÁLCULO DE LA MASA FORESTAL

Al igual que en los cálculos de superficies los datos corresponden a **valores provinciales por especie**, consideración que debe tenerse en cuenta en los cálculos a nivel de Comunidad Autónoma o a nivel Nacional, ya que los coeficientes de crecimiento o decrecimiento calculados no son iguales en cada provincia.

La variable principal utilizada es la componente VCC del Inventario Forestal, Volumen Maderable con Corteza en m<sup>3</sup> o fuste del árbol medido desde la base en un diámetro normal a 1,3 m.

Tomando como partida el VCC en m<sup>3</sup>, obtenemos diversas tablas por especies y por provincias, por especies y comunidades autónomas y por especies a nivel nacional, las cuales se comentan a continuación.

## VOLÚMENES POR ESPECIES Y POR PROVINCIAS

Coeficiente de incremento anual de la masa (CIAM): calculado mediante la comparación del Segundo y Tercer Inventarios Nacionales (en caso de no existir datos provinciales en el Tercer Inventario se estiman a partir de las demás provincias realizadas hasta la fecha), que vendrá dado en m<sup>3</sup>/año (ver ANEXO).

VCC de los años sucesivos a 1990: calculado mediante el producto entre el VCC y el coeficiente de incremento anual (CIAM), comprobando que coincide con el dato del Tercer Inventario o año 2000 (siempre que exista ese dato).

**TABLA 5.11.**  
**VOLUMEN POR ESPECIE PROVINCIA DE CÁCERES**

CÁCERES	Especie	COEF. DE INCREMENTO ANUAL	VCC IFN2 (m3)	VCC 1991 (m3)	.....	VCC 1999 (m3)	VCC 2000 (m3)	VCC 2001 (m3)	VCC 2002 (m3)
	Quercus pyrenaica	1,069916	1.531.763	1.638.857		2.814.083	3.010.831	3.221.335	3.446.556
	Quercus ilex	1,069252	3.066.081	3.278.414		5.601.505	5.989.422	6.408.175	6.856.206
	Quercus suber	1,056568	1.193.149	1.260.643		1.957.819	2.068.570	2.213.195	2.367.931
	Árboles fuera de monte (ribera arbolada)	1,157742	123.802	143.331		462.630	535.606	0	0
	Castanea sativa	1,017230	582.814	592.856		679.678	691.389	0	0
	Pinus pinaster	1,055687	3.287.936	3.471.033		5.354.778	5.652.972	573.053	613.119
	Pinus pinea	1,097843	116.636	128.048		270.206	296.644	739.728	791.447
	Eucalyptus camaldulensis	1,025692	530.990	544.632		667.173	684.314	6.048.203	6.471.066
	Otras frondosas	1,100820	83.751	92.195		198.809	218.853	317.384	339.574
	Pinus sylvestris/Pinus nigra	0,10	29.321	26.389		2.932	0	732.158	783.347
	Juniperus communis/J. oxycedrus	0,10	9.193	8.274		919	0	234.155	250.526
	<b>TOTAL CACERES</b>		<b>10.555.436</b>	<b>11.184.671</b>		<b>18.010.535</b>	<b>19.148.602</b>	<b>20.489.387</b>	<b>21.921.774</b>

## VOLÚMENES POR ESPECIES Y POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

VCC de los años sucesivos a 1990: en caso de existir varias provincias en una Comunidad Autónoma, se suman los valores del VCC entre las especies de las diferentes provincias y se llega a un cuadro con el VCC de la Comunidad Autónoma.

## BIOMASA POR ESPECIES Y POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Biomasa: calculada como el producto entre los VCC (m<sup>3</sup>) y el BEF (ver nota a pie de tabla), medido en toneladas de materia seca por metro cúbico (t ms/m<sup>3</sup>), obteniendo toneladas de materia seca de la especie correspondiente en la comunidad elegida.

**TABLA 5.12.**  
**BIOMASA POR ESPECIE**  
**EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA**

BIOMASA EXTREMADURA	Especie	BEF* (t ms/m3)	BIOMASA 1990 (t ms)	BIOMASA 1991 (t ms)	.....	BIOMASA 1999 (t ms)	BIOMASA 2000 (t ms)	BIOMASA 2001 (t ms)	BIOMASA 2002 (t ms)
	Quercus pyrenaica	1,11	1.700.257	1.819.131		3.123.632	3.342.023	3.575.682	3.825.678
	Quercus ilex	1,28	10.310.195	10.952.799		17.782.855	18.895.690	20.078.699	21.336.343
	Quercus suber	1,28	2.825.345	2.951.621		4.210.498	4.404.627	4.608.385	4.822.273
	Árboles fuera de monte (ribera arbolada)	0,62	76.757	88.865		286.831	332.076	384.458	445.103
	Castanea sativa	0,75	437.111	444.642		509.759	518.542	527.477	536.565
	Pinus pinaster	0,55	2.267.235	2.390.412		3.650.756	3.849.321	4.058.711	4.279.518
	Pinus pinea	0,73	516.433	553.262		964.369	1.034.357	1.109.582	1.190.451
	Eucalyptus camaldulensis	0,81	1.184.472	1.205.203		1.386.523	1.411.266	1.436.505	1.462.251
	Otras frondosas	0,80	183.841	204.143		472.650	525.046	583.275	647.988
Pinus sylvestris/Pinus nigra	0,62	18.179	16.361		1.818	0	0	0	
Juniperus communis/J. oxycedrus	0,80	7.354	6.619		735	0	0	0	
<b>TOTALES</b>			<b>19.527.180</b>	<b>20.633.059</b>		<b>32.390.426</b>	<b>34.312.947</b>	<b>36.362.773</b>	<b>38.546.171</b>

\*: **BEF**: Biomass expansion factor (Factor de expansión de VCC a biomasa total del árbol); **Fuente**: **CREAF**, Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales A las especies que no aparecen en la relación del CREAF, se les ha dado valores BEF, por similitud entre especies, o el valor 0'8 recogido por el IPCC en "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" (Directrices del IPCC revisadas en 1996 para realizar el informe del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero)

## CARBONO POR ESPECIES Y POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Toneladas de Carbono asimiladas por la biomasa de una especie en una comunidad determinada, obtenidas utilizando el factor de conversión de materia seca a CARBONO, de valor 0'45, recogido por el IPCC en "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" (Directrices del IPCC revisadas en 1996 para realizar el informe del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero)

## CO<sub>2</sub> POR ESPECIES Y POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

El valor 44/12\* (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Directrices del IPCC revisadas en 1996 para realizar el informe del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero) se multiplica al dato de toneladas de carbono, resultando las toneladas de CO<sub>2</sub> que se estima se encuentran en la masa forestal de una determinada especie en una determinada Comunidad Autónoma.

## **6.- COMPARACIÓN DE RESULTADOS (1990-2001)**

En este epígrafe, se presenta el análisis comparativo de los resultados obtenidos para el periodo 1990-2001 en la edición actual de los inventarios comparados con los resultados homólogos para el mismo periodo en la edición anterior. Véase el epígrafe 4 anterior para una justificación de la motivación de los cálculos.

La presentación se hace apoyándose en una serie de gráficos, figuras 6.1 a 6.9, en cada uno de los cuales se muestra la evolución comparada, tanto en valores absolutos de las emisiones (panel superior) como en forma de números índices (panel inferior), de los resultados de ambas ediciones. Los datos de emisiones absolutas están expresados homogéneamente en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente; y los índices toman el valor 100 en el año base.

En la figura 6.1 se muestra la evolución del agregado de las emisiones del inventario. Se evidencia que la estimación en la edición 2004, comparada con la edición anterior, ha supuesto una bajada no superior a 3.500 kilotoneladas en términos de CO<sub>2</sub> equivalente (menor que 1,2 puntos porcentuales). La evolución casi paralela que se observa en el panel superior (emisiones en valores absolutos) para las series en las dos ediciones en el período 1990-1998 se refleja en el panel inferior en valores similares (casi idénticos) de las correspondientes series de índices de evolución temporal y, consiguientemente, la comparativamente mayor proximidad de los valores absolutos de las emisiones de ambas series entre 1998 y 2001 observada en el panel superior se refleja en un mayor distanciamiento de los índices para estos años (1998-2001) en el panel inferior.

En la figura 6.2 se muestra la evolución del sector energético. Los perfiles tendenciales observados en ambos cuerpos de la figura son muy similares a sus homólogos de la figura 6.1. La explicación de esta similitud entre los perfiles temporales de las figuras 6.1 y 6.2 viene motivada por el hecho de que el cambio más importante (recálculo) en las emisiones de CO<sub>2</sub> entre las estimaciones de la presente edición en relación a la anterior ha sido el de la revisión de las emisiones fugitivas de CO<sub>2</sub> provenientes de las plantas de producción de coque metalúrgico, que como es bien sabido, están encuadradas dentro del grupo Energía.

Las discrepancias de las dos series en el panel superior, con prácticamente todas las diferencias inferiores a dos mil kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, se localizan principalmente en los años 1993 y 1997-2000. De nuevo el panel inferior muestra una mayor coincidencia en los índices de ambas ediciones.

En la figura 6.3 se muestra la evolución de las emisiones de los procesos industriales no relacionados con el consumo de energía. De la observación del panel

superior se evidencia que la nueva serie evoluciona en términos absolutos de forma muy ajustadamente paralela a la de la serie anterior, posicionándose la primera en torno a 700 kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente respecto a la segunda. Esta diferencia se explica por: i) la introducción de la Producción de Magnesita por vez primera en la presente edición del inventario, y ii) la revisión (al alza) de algunos factores de emisión y variables de actividad para un subconjunto de actividades industriales. La evolución del panel superior tiene como corolario el trazado casi idéntico de los índices de ambas series que se muestran en el panel inferior.

En la figura 6.4 se muestra la evolución de las emisiones del uso de disolventes y otros productos. Con la excepción del año 2001 no se registran diferencias entre ambas series. Las diferencias para el año 2001 vienen motivadas por la revisión de la variable básica de actividad en la aplicación de pintura, según información recibida de la asociación empresarial de fabricantes de pinturas.

En la figura 6.5 se muestra la evolución de las emisiones en el sector agrícola. Sólo diferencias prácticamente inapreciables (esencialmente debidas a redondeos de la variable de actividad) se pueden observar en el panel superior, por lo que los trazados de las dos series son prácticamente indistinguibles en uno y en otro panel.

En la figura 6.6 se muestra la evolución de las emisiones del tratamiento y eliminación de residuos. Las series de ambas ediciones son muy similares en sus valores absolutos, con diferencias menores de 70 kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente o similarmente de 0,7 puntos porcentuales. La razón principal de la diferencia proviene del hecho de que se haya reasignado la actividad de las Plantas de Incineración de Residuos Sólidos Municipales en las que no se recupera energía a su categoría CRF correspondiente, que es la 6C, en vez de a la categoría 1A1 en donde se habían contabilizado en la edición anterior. La separación más acusada en los índices del panel inferior para los años 1994-2001 está motivada principalmente por las diferencias que en los valores absolutos de ambas series se observa en el panel superior en los primeros años (y en año de referencia) del período inventariado.

La comparación de resultados entre la edición actual del inventario y la anterior se completa con las tres figuras siguientes (6.7 a 6.9), que muestran los comportamientos de ambas series para los tres gases principales del inventario: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

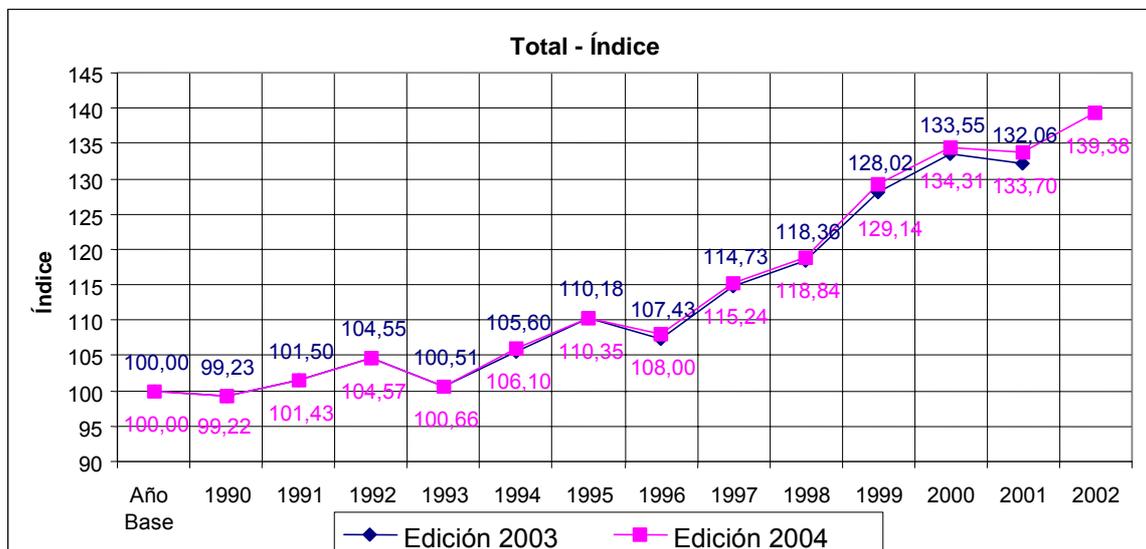
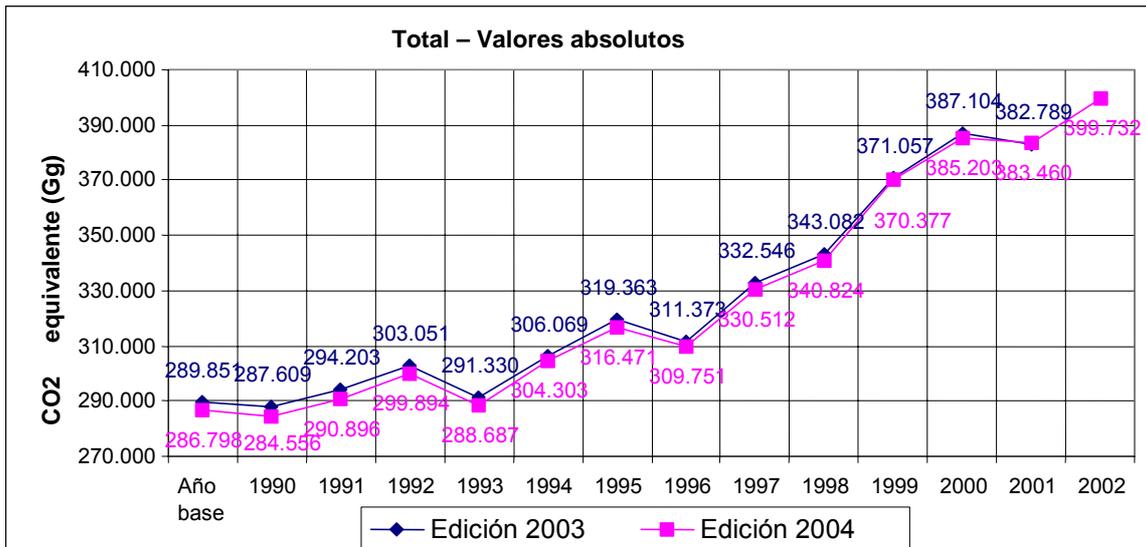
Así, en la figura 6.7 se muestra la evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> para el conjunto de actividades que emiten dicho gas. El perfil es muy similar al plasmado en la figura 6.2, lo cual corrobora la estrecha relación existente entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el sector energético.

En la figura 6.8 se presenta las emisiones de CH<sub>4</sub> para el conjunto de actividades que emiten dicho gas. Las diferencias en valores absolutos entre las series nueva y anterior son muy pequeñas, inferiores a 50 kilotoneladas de CO<sub>2</sub>

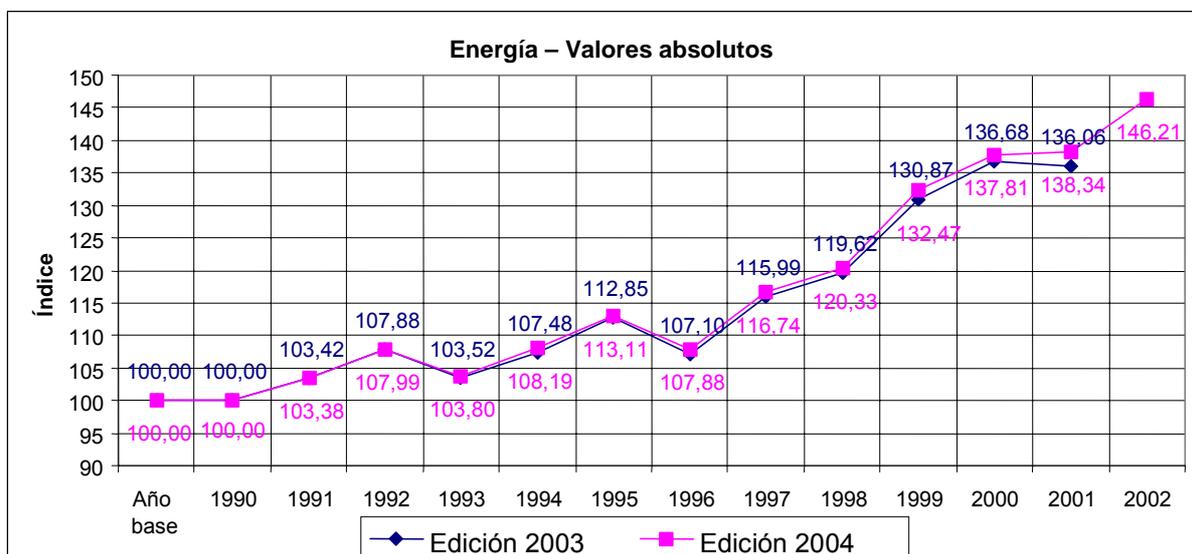
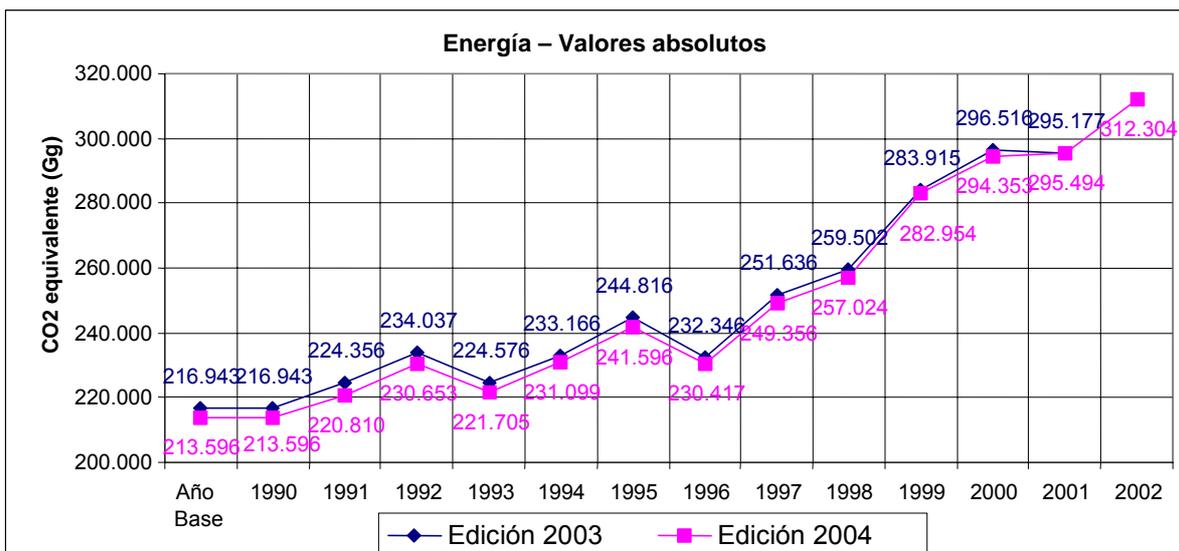
equivalente (en torno a 0,2%) lo que hace prácticamente indistinguible su trazado en ambos paneles. Las causas de las diferencias se deben a revisiones de menor cuantía en las variables de actividad del sector agrícola (como por ejemplo en las estadísticas de producción de leche) así como a revisiones, también menores, en algunos factores de emisión y variables de actividad del sector energético (tales como la revisión de las características del coque de petróleo).

En la figura 6.9 se muestra la evolución de las emisiones de N<sub>2</sub>O para el conjunto de actividades que emiten dicho gas. En el panel superior se puede apreciar el nivel comparativamente más bajo de la nueva serie respecto a la serie anterior, en una cantidad que oscila entre 300 y 400 kilotoneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que supone entre un 1,2% y un 1,4% sobre el nivel medio de la serie. Este aumento se debe principalmente a la revisión al alza del factor de emisión de N<sub>2</sub>O en los procesos de combustión de algunas actividades del sector industrial. No obstante lo anterior el trazado de ambas series es prácticamente indiferenciable en el panel inferior.

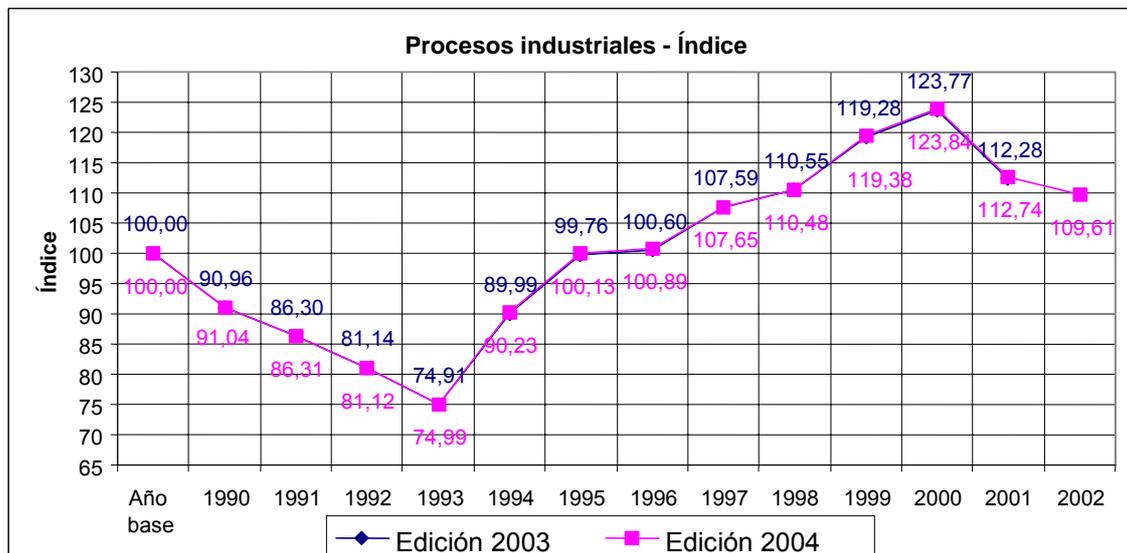
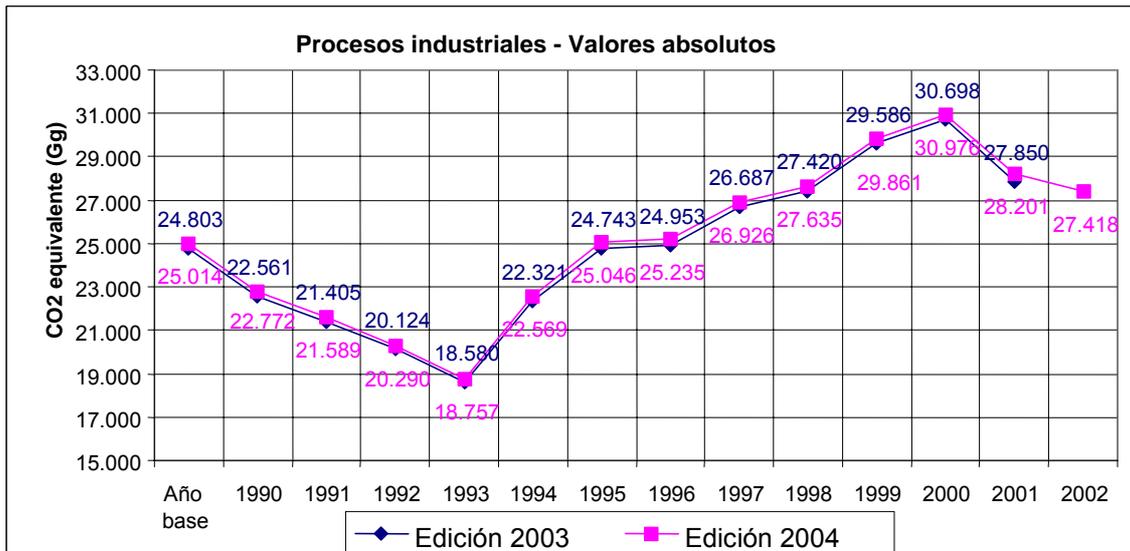
**FIGURA 6.1.**  
**EVOLUCIÓN DEL AGREGADO**



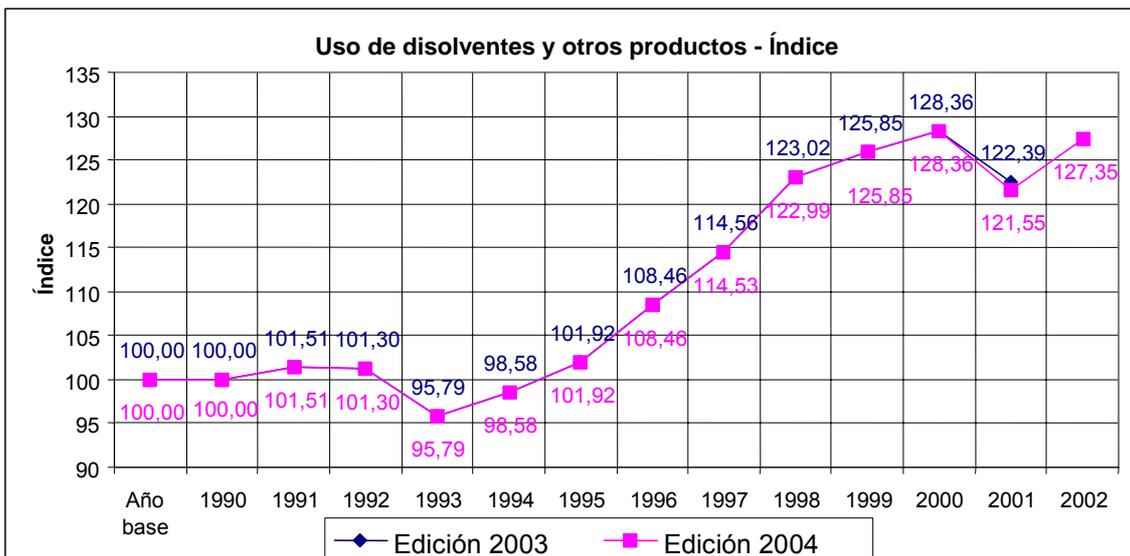
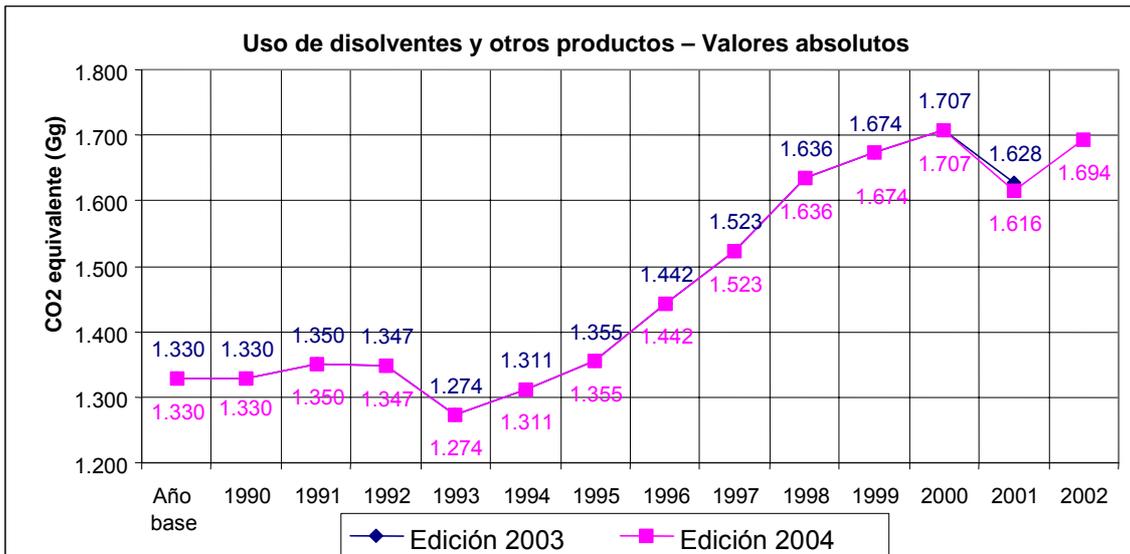
**FIGURA 6.2.**  
**EVOLUCIÓN DEL SECTOR DE LA ENERGÍA**



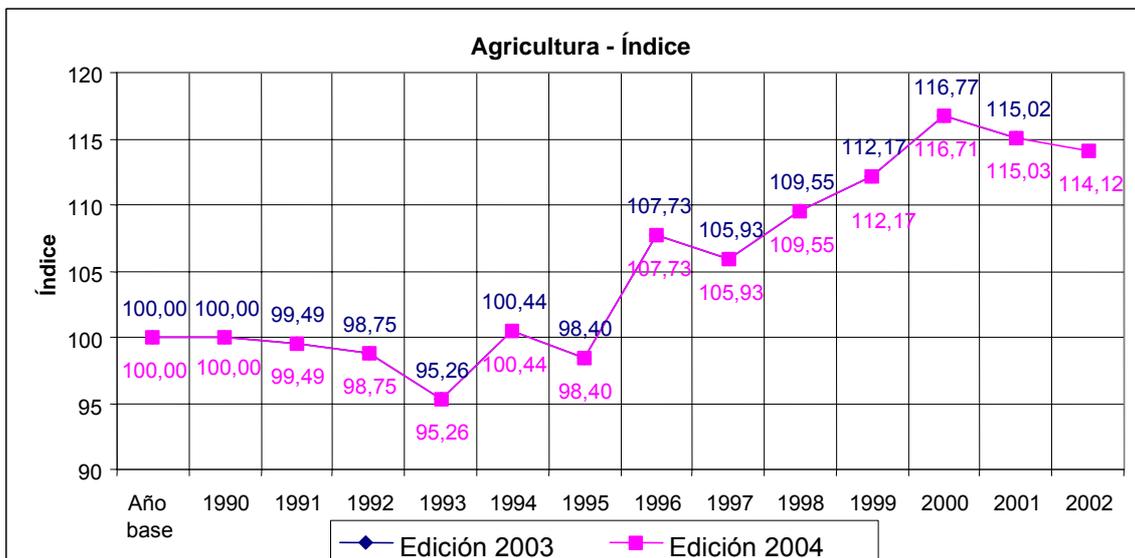
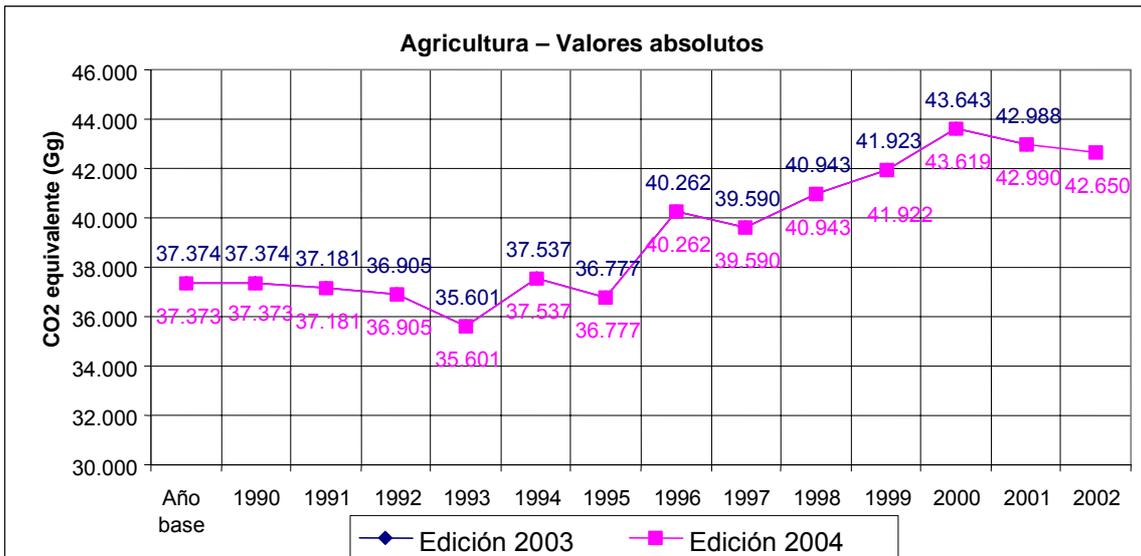
**FIGURA 6.3.**  
**EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES**



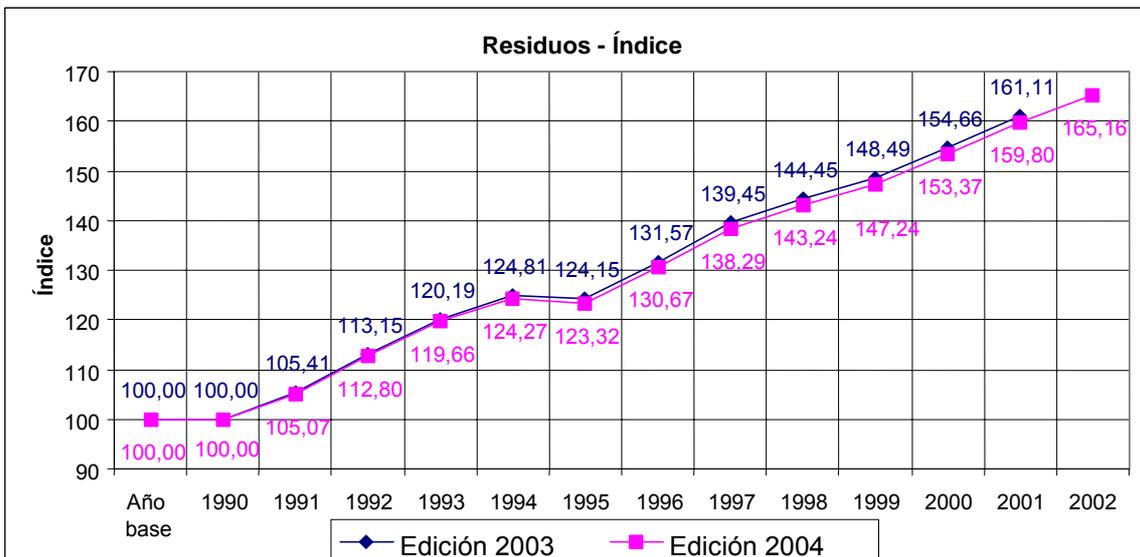
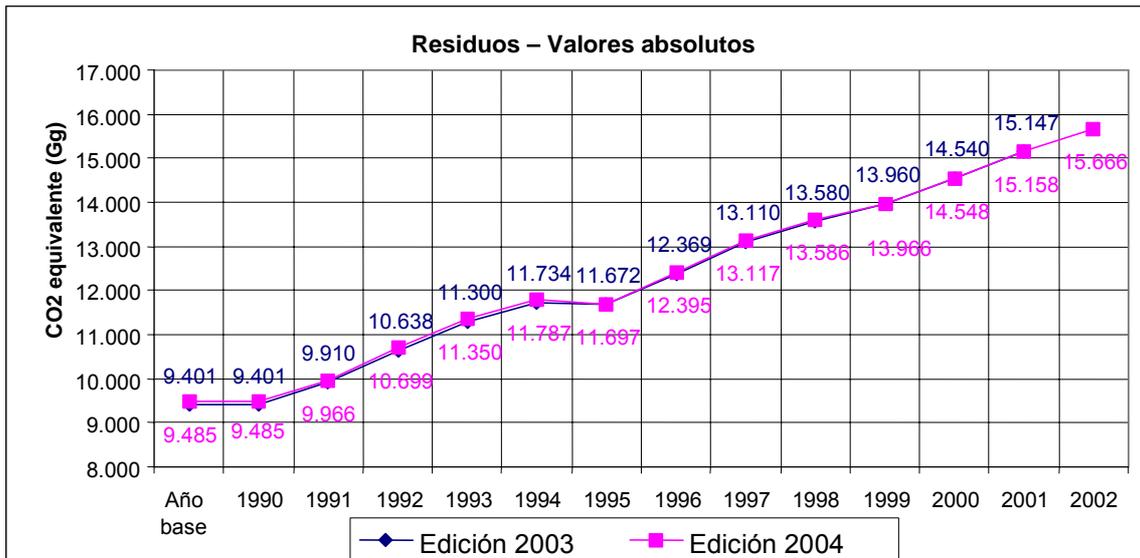
**FIGURA 6.4.**  
**EVOLUCIÓN DEL USO DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS**



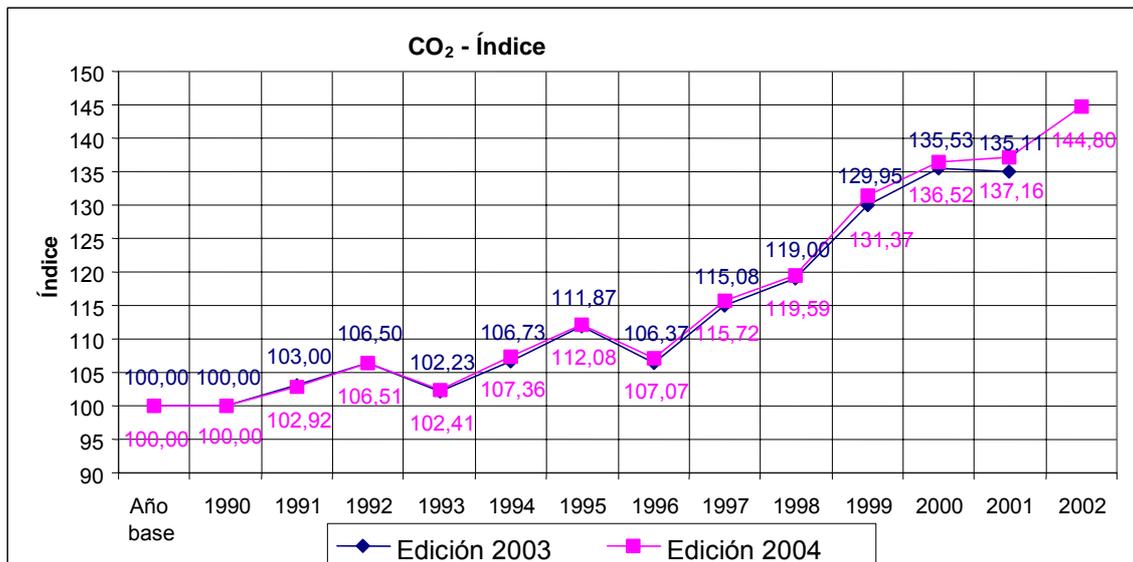
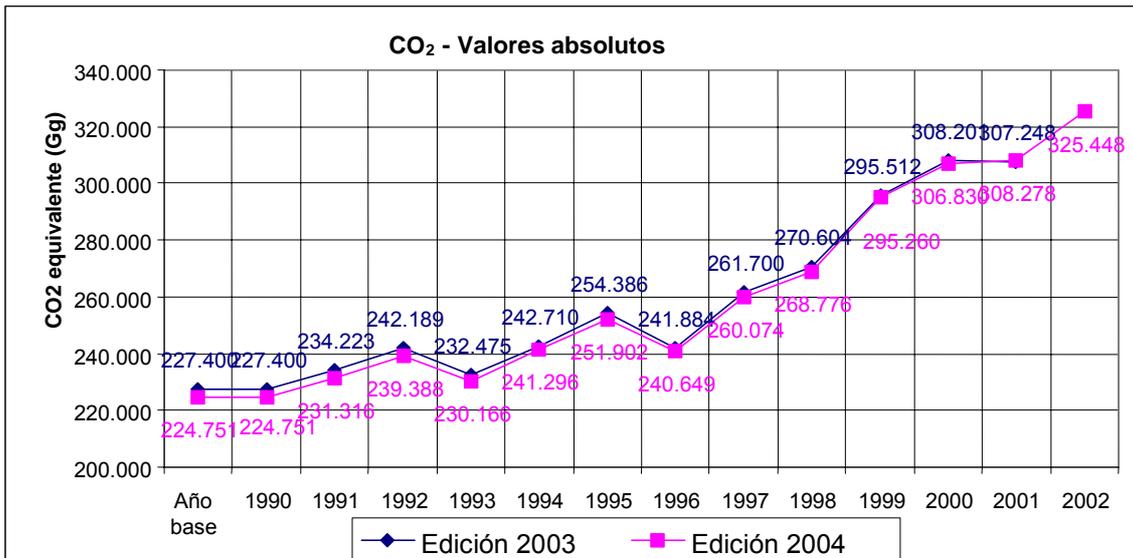
**FIGURA 6.5.**  
**EVOLUCIÓN DE LA AGRICULTURA**



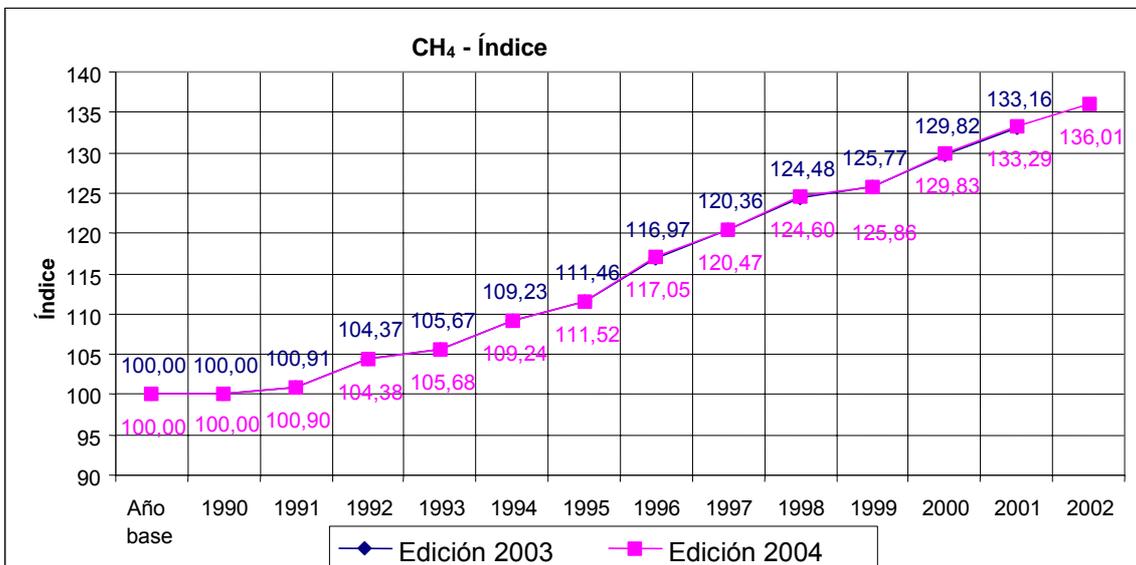
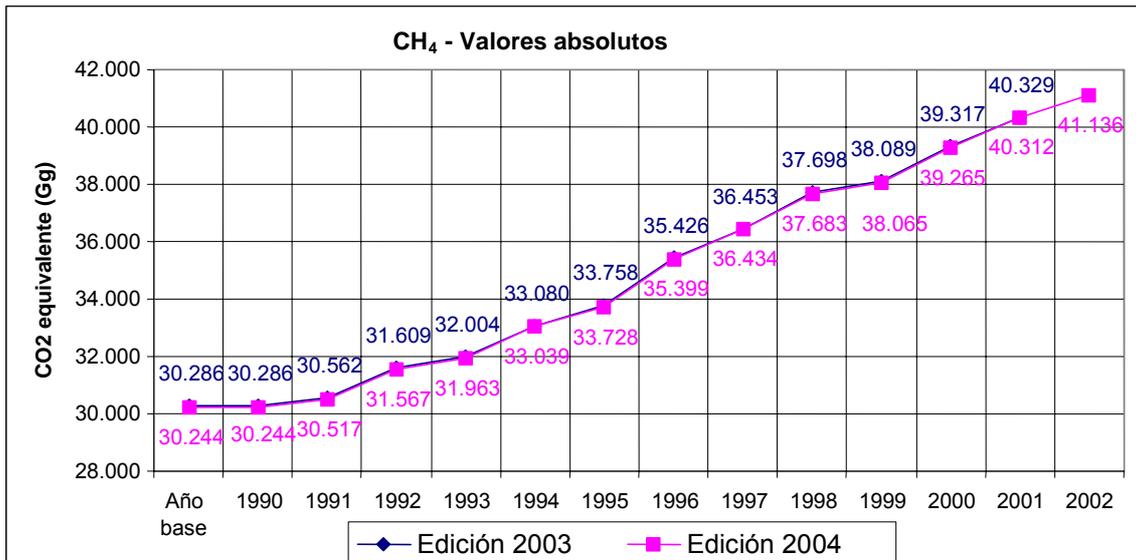
**FIGURA 6.6.**  
**EVOLUCIÓN DE LOS RESIDUOS**



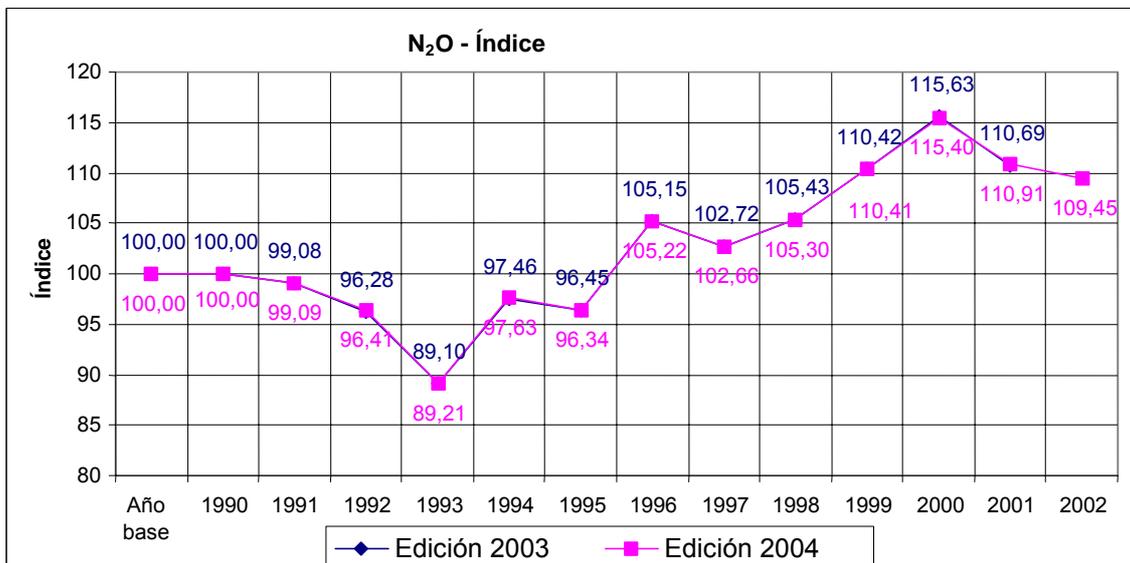
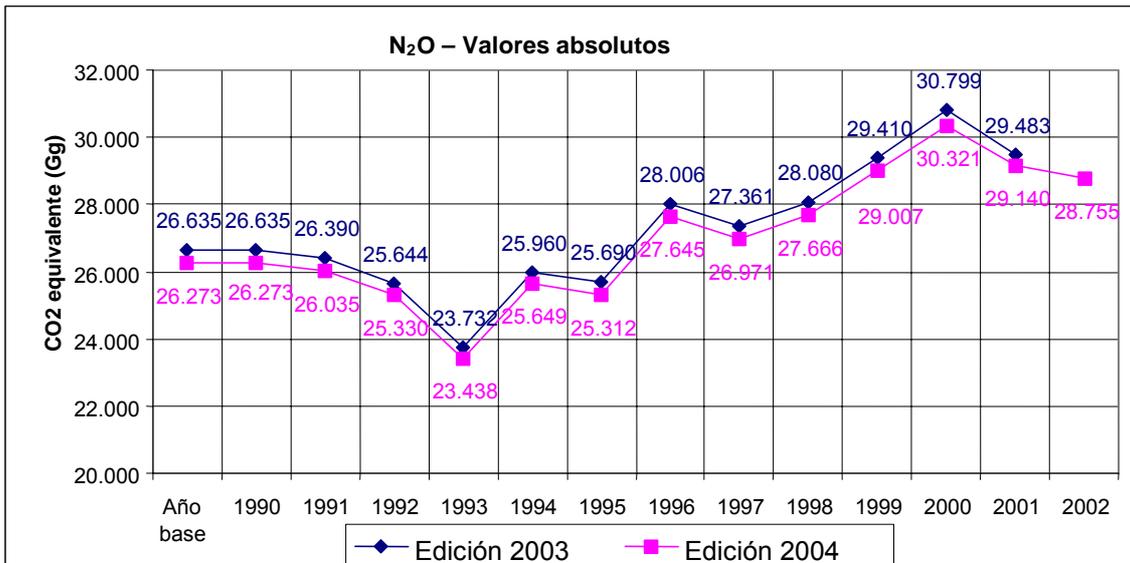
**FIGURA 6.7.**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**



**FIGURA 6.8.**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CH<sub>4</sub>**



**FIGURA 6.9.**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE N<sub>2</sub>O**





## **ANEXO:** **METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE** **DIÓXIDO DE CARBONO POR LA BIOMASA FORESTAL**

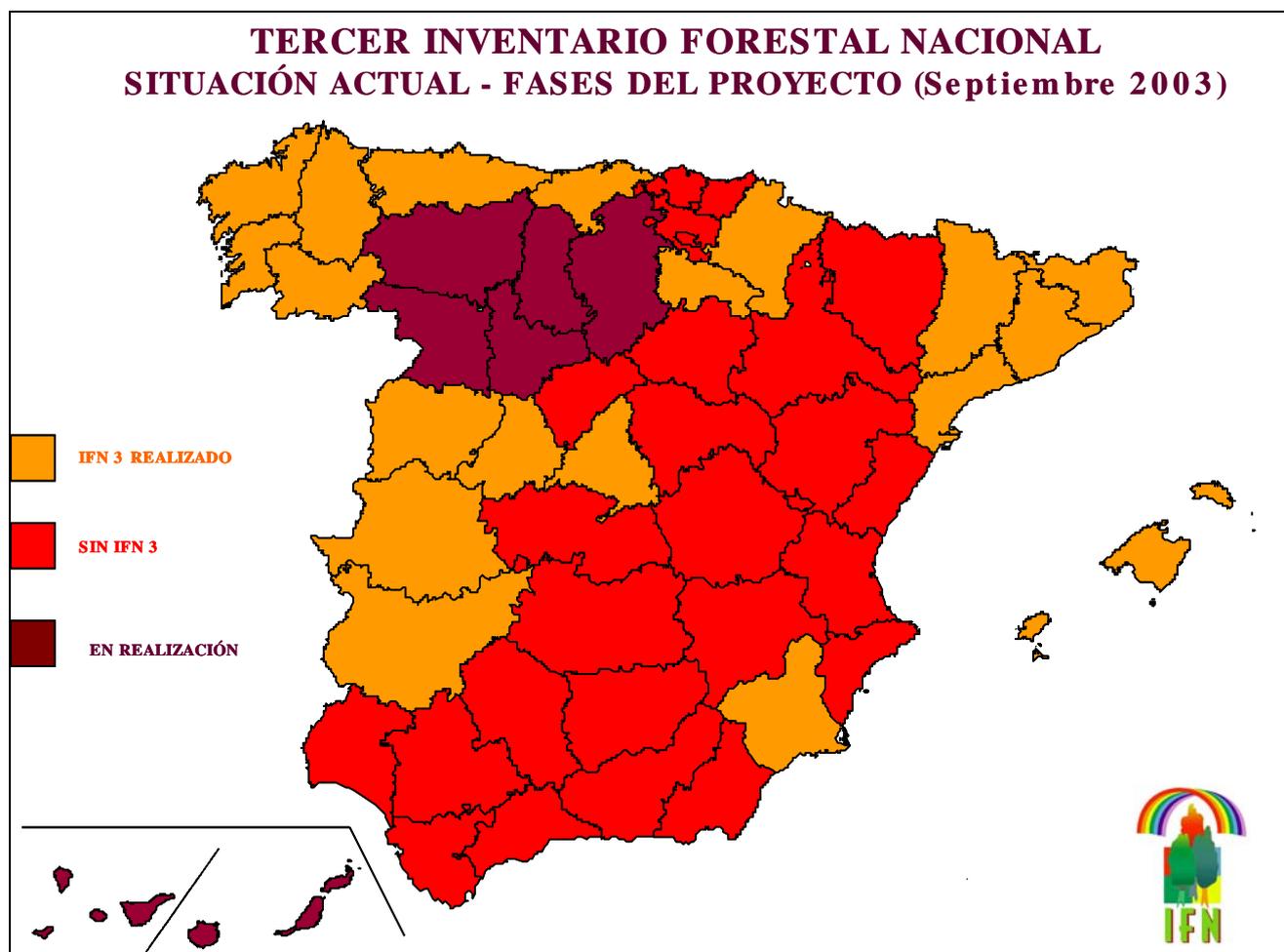
Este anexo esta formado por los siguientes apartados:

- 1) Relación con las provincias con datos en los Inventarios Forestales Segundo y Tercero hasta la fecha de cálculo (agosto de 2003).
- 2) Método de cálculo de la superficie forestal.
  - Cálculo de los coeficientes de incremento anual de superficies (CIAS).
  - Cálculo de la forestación.
- 3) Método de cálculo de la masa forestal.
  - Cálculo de los coeficientes de incremento anual de la masa (CIAM).
  - Cálculo de los valores de VCC cuando no hay datos de la especie en el IFN2 o en el IFN3.
- 4) Factores de expansión de VCC a Biomasa Total (BEF).
- 5) Agrupación de especies o grupos de especies de la tabla 106 del Segundo Inventario Forestal a las principales especies o grupos de especies utilizados.
- 6) Metodología de cálculo de las emisiones de carbono.



**1) Relación con las provincias con datos en los Inventarios Forestales Segundo y Tercero hasta la fecha de cálculo (agosto de 2003).**

COMUNIDAD AUTONOMA	PROVINCIA	DATOS IFN2	DATOS IFN3
PAÍS VASCO	ALAVA	SI	ESTIMADO
	GUIPUZCOA	SI	ESTIMADO
	VIZCAYA	SI	ESTIMADO
CATALUÑA	BARCELONA	SI	SI
	GIRONA	SI	SI
	LLEIDA	SI	SI
	TARRAGONA	SI	SI
GALICIA	CORUÑA	SI	SI
	LUGO	SI	SI
	ORENSE	SI	SI
	PONTEVEDRA	SI	SI
ANDALUCIA	ALMERIA	SI	ESTIMADO
	CADIZ	SI	ESTIMADO
	CORDOBA	SI	ESTIMADO
	GRANADA	SI	ESTIMADO
	HUELVA	SI	ESTIMADO
	JAEN	SI	ESTIMADO
	MALAGA	SI	ESTIMADO
SEVILLA	SI	ESTIMADO	
PRINCIPADO DE ASTURIAS	PRINCIPADO DE ASTURIAS	SI	SI
CANTABRIA	CANTABRIA	SI	SI
LA RIOJA	LA RIOJA	SI	SI
REGION DE MURCIA	MURCIA	SI	SI
COMUNIDAD VALENCIANA	ALICANTE	SI	ESTIMADO
	CASTELLON	SI	ESTIMADO
	VALENCIA	SI	ESTIMADO
ARAGON	HUESCA	SI	ESTIMADO
	TERUEL	SI	ESTIMADO
	ZARAGOZA	SI	ESTIMADO
CASTILLA LA MANCHA	ALBACETE	SI	ESTIMADO
	CIUDAD REAL	SI	ESTIMADO
	CUENCA	SI	ESTIMADO
	GUADALAJARA	SI	ESTIMADO
	TOLEDO	SI	ESTIMADO
CANARIAS	LAS PALMAS	SI	ESTIMADO
	STÁ CRUZ DE TENERIFE	SI	ESTIMADO
COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	NAVARRA	SI	SI
EXTREMADURA	CACERES	SI	SI
	BADAJOS	SI	SI
ISLAS BALEARES	BALEARES	SI	SI
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SI	SI
CASTILLA Y LEON	AVILA	SI	SI
	BURGOS	SI	ESTIMADO
	LEON	SI	ESTIMADO
	PALENCIA	SI	ESTIMADO
	SALAMANCA	SI	SI
	SEGOVIA	SI	ESTIMADO
	SORIA	SI	ESTIMADO
	VALLADOLID	SI	ESTIMADO
ZAMORA	SI	ESTIMADO	



## 2) Método de cálculo de la superficie forestal

- Cálculo de los coeficientes de incremento anual de superficies (CIAS)

Los cálculos se han realizado a nivel **provincial (muy importante)**; los valores para cada provincia son diferentes, por lo que debe tomarse en cuenta que la obtención de los mismos coeficientes a nivel de Comunidad Autónoma o Nacional dará como resultado valores que no coincidirán con los obtenidos a nivel provincial).

Se dan dos casos diferentes de cálculo:

1º Cuando hay datos en el Segundo y Tercer Inventarios:

Suponiendo un crecimiento potencial de la superficie, la fórmula aplicada es:

$$\text{CIAS} = (\text{SUP2000}/\text{SUP1990})^{1/10}$$

PROVINCIA	SUPERFICIE IFN2 (ha)	SUPERFICIE IFN3 (ha)	CIAS
BARCELONA	424.187	470.665	1,01
GIRONA	326.507	365.930	1,01
LLEIDA	450.294	537.883	1,01
TARRAGONA	193.086	252.587	1,02
CORUÑA	344.163	401.189	1,01
LUGO	368.576	463.819	1,02
ORENSE	198.249	319.627	1,04
PONTEVEDRA	134.388	220.817	1,05
PRINCIPADO DE ASTURIAS	368.129	451.116	1,020
CANTABRIA	165.543	214.257	1,02
LA RIOJA	128.917	169.552	1,02
MURCIA	269.278	316.292	1,01
NAVARRA	372.467	462.664	1,02
CACERES	756.289	1.029.507	1,03
BADAJOZ	701.302	891.743	1,02
BALEARES	122.475	186.377	1,04
MADRID	195.465	270.086	1,03
AVILA	158.131	239.307	1,04
SALAMANCA	330.888	533.384	1,04

La obtención de esta fórmula es similar a la del coeficiente de incremento de la masa (ver **Cálculo de los Coeficientes de Incremento Anual de la Masa**).

2º Cuando hay datos en el Segundo Inventario, pero no en el Tercero:

A partir de la tabla de superficies de las Provincias y Comunidades Autónomas tomadas en ambos inventarios, se obtiene la suma de éstos, y al resultado se le aplica la fórmula enunciada en el anterior apartado:

$$\text{CIAS} = (\Sigma \text{SUP2000} / \Sigma \text{SUP1990})^{1/10}$$

PROV CON IFN3	SUPERFICIE IFN2 (ha)	SUPERFICIE IFN3 (ha)	
BARCELONA	424.187	470.665	
GIRONA	326.507	365.930	
LLEIDA	450.294	537.883	
TARRAGONA	193.086	252.587	
CORUÑA	344.163	401.189	
LUGO	368.576	463.819	
ORENSE	198.249	319.627	
PONTEVEDRA	134.388	220.817	
PRINCIPADO DE ASTURIAS	368.129	451.116	
CANTABRIA	165.543	214.257	
LA RIOJA	128.917	169.552	
MURCIA	269.278	316.292	
NAVARRA	372.467	462.664	
CACERES	756.289	1.029.507	
BADAJOS	701.302	891.743	
BALEARES	122.475	186.377	
MADRID	195.465	270.086	
AVILA	158.131	239.307	
SALAMANCA	330.888	533.384	CIAS
<b>SUMA</b>	<b>6.008.334</b>	<b>7.796.803</b>	<b>1,02</b>

En este caso, el coeficiente así calculado y de valor 1,02 se aplicará a todas las provincias no completadas en el Tercer Inventario.

PROVINCIA	SUPERFICIE IFN2 (ha)	SUPERFICIE IFN3 (ha)	COEF DE CRECIMIENTO
ALAVA	143.506	186.223	1,02
GUIPUZCOA	118.255	153.455	1,02
VIZCAYA	128.244	166.418	1,02
BARCELONA	424.187	470.665	1,01
GIRONA	326.507	365.930	1,01
LLEIDA	450.294	537.883	1,01
TARRAGONA	193.086	252.587	1,02
CORUÑA	344.163	401.189	1,01

PROVINCIA	SUPERFICIE IFN2 (ha)	SUPERFICIE IFN3 (ha)	COEF DE CRECIMIENTO
LUGO	368.576	463.819	1,02
ORENSE	198.249	319.627	1,04
PONTEVEDRA	134.388	220.817	1,05
ALMERIA	101.849	132.166	1,02
CADIZ	167.675	217.586	1,02
CORDOBA	371.634	482.256	1,02
GRANADA	221.724	287.723	1,02
HUELVA	539.922	700.638	1,02
JAEN	311.128	403.740	1,02
MALAGA	115.728	150.176	1,02
SEVILLA	276.592	358.923	1,02
PRINCIPADO DE ASTURIAS	368.129	451.116	1,02
CANTABRIA	165.543	214.257	1,02
LA RIOJA	128.917	169.552	1,02
MURCIA	269.278	316.292	1,01
ALICANTE	88.407	114.723	1,02
CASTELLON	197.991	256.925	1,02
VALENCIA	341.882	443.648	1,02
HUESCA	458.657	595.182	1,02
TERUEL	458.518	595.002	1,02
ZARAGOZA	268.357	348.238	1,02
ALBACETE	345.239	448.004	1,02
CIUDAD REAL	338.818	439.672	1,02
CUENCA	564.190	732.130	1,02
GUADALAJARA	431.360	559.760	1,02
TOLEDO	171.615	222.698	1,02
LAS PALMAS	17.578	22.811	1,02
STA CRUZ DE TENERIFE	87.336	113.333	1,02
NAVARRA	372.467	462.664	1,02
CACERES	756.289	1.029.507	1,03
BADAJOZ	701.302	891.743	1,02
BALEARES	122.475	186.377	1,04
MADRID	195.465	270.086	1,03
AVILA	158.131	239.307	1,04
BURGOS	394.213	511.557	1,02
LEON	269.209	349.343	1,02
PALENCIA	128.238	166.409	1,02
SALAMANCA	330.888	533.384	1,04
SEGOVIA	195.984	254.321	1,02
SORIA	353.582	458.830	1,02
VALLADOLID	111.600	144.819	1,02

Obteniendo la superficie del año 2000 a partir de la fórmula:

$$\text{SUP2000} = \text{SUP1990} \times (\text{CIAS})^{10}$$

### 3) Método de cálculo de la masa forestal

- Cálculo de los coeficientes de incremento anual de la masa (CIAM)

Estos cálculos están realizados a nivel **provincial por especies (muy importante)**, los valores para cada provincia y especies son diferentes, por lo que debe tomarse en cuenta que la obtención de los mismos coeficientes a nivel de Comunidad Autónoma o Nacional dará como resultado valores que no coincidirán con los obtenidos a nivel provincial).

Se dan dos casos diferentes de cálculo:

1º Cuando hay datos en el Segundo y Tercer Inventarios:

La formula aplicada será:

$$\text{CIAM} = (\text{VCC2000} / \text{VCC1990})^{1/10}$$

La obtención de esta fórmula es la siguiente:

Primero se obtiene el coeficiente de crecimiento en 10 años como el cociente entre el volumen maderable con corteza del año 2000 entre el mismo en el año 1990.

VCC2000 / VCC1990

Para obtener el crecimiento anual, asumimos que ese crecimiento no ha sido constante, y utilizando las siguientes ecuaciones obtenemos la estimación anual:

$$\text{VCC1990} \times \text{CIAM} = \text{VCC1991};$$

$$\text{VCC1991} \times \text{CIAM} = \text{VCC1992}; \quad \text{VCC1991} = \text{VCC1992} / \text{CIAM}$$

...

$$\text{VCC1999} \times \text{CIAM} = \text{VCC2000};$$

Como:

$$\text{VCC1990} \times \text{CIAM} = \text{VCC1991} = \text{VCC1992} / \text{CIAM};$$

$$\text{VCC1990} \times (\text{CIAM})^2 = \text{VCC1992}$$

Por tanto:

$$\text{VCC1990} \times (\text{CIAM})^{10} = \text{VCC2000}; \quad (\text{CIAM})^{10} = (\text{VCC2000}/\text{VCC1990});$$

y obtenemos que:

$$\text{CIAM} = (\text{VCC2000}/\text{VCC1990})^{1/10}$$

2º Cuando hay datos en el Segundo Inventario, pero no en el Tercero:

CCAA y PROV IFN3	VCC1990	VCC2000	COEF. DE INCREMENTO (VCC/año)
ASTURIAS	32.577.252	47.300.541	1,037994771
BALEARES	5.451.407	7.525.457	1,032767177
CANTABRIA	19.309.317	25.206.929	1,027011491
CATALUÑA	80.040.753	118.288.352	1,039831769
CL-AVILA	7.389.753	12.057.318	1,050175972
CL-SALAMANCA	6.433.118	11.202.914	1,057038843
EXTEMADURA	19.060.835	33.255.502	1,057236526
GALICIA	90.397.509	133.092.753	1,039440883
LA RIOJA	9.569.894	15.516.950	1,049518075
MADRID	6.798.915	10.895.345	1,048286845
MURCIA	3.142.054	6.919.544	1,08214731
NAVARRA	45.349.066	54.651.039	1,01883301
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>325.519.873</b>	<b>475.912.643</b>	<b>1,03871158</b>

A partir de la tabla de Volúmenes de las provincias y Comunidades Autónomas tomados en ambos inventarios, se obtiene la suma de éstos, y al resultado se le aplica la fórmula enunciada en el anterior apartado:

$$\text{CIAM} = (\Sigma \text{VCC2000} / \Sigma \text{VCC1990})^{1/10}$$

En este caso, el coeficiente así calculado y de valor 1,03871158 se aplicará a todas las especies de las provincias no completadas en el Tercer Inventario.

CCAA y PROV IFN3	VCC1990	VCC2000
ANDALUCÍA	40.794.494	59.641.875
ARAGÓN	44.622.769	65.238.843
ASTURIAS	32.577.252	47.300.541
BALEARES	5.451.407	7.525.457
CANARIAS	9.452.863	13.820.161
CANTABRIA	19.309.317	25.206.929
CASTILLA LA MANCHA	49.524.458	72.405.151
CASTILLA LEÓN incompleto	72.854.262	106.513.510
CATALUÑA	80.040.753	118.288.352
CL-AVILA	7.389.753	12.057.318
CL-SALAMANCA	6.433.118	11.202.914
EXTEMADURA	19.060.835	33.255.502
GALICIA	90.397.509	133.092.753
LA RIOJA	9.569.894	15.516.950
MADRID	6.798.915	10.895.345
MURCIA	3.142.054	6.919.544
NAVARRA	45.349.066	54.651.039
PAÍS VASCO	41.589.090	60.803.580
VALENCIA	10.946.126	16.003.323
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>595.303.935</b>	<b>870.339.087</b>

Obtenidos a partir de la fórmula:

$$VCC2000 = VCC1990 \times (CIAM)^{10}$$

- Cálculo de los valores de VCC cuando no hay datos de la especie en el IFN2 o IFN3

Se dan situaciones en determinadas especies o grupos de especies para las que su volumen fue contabilizado en uno de los inventarios y no en el otro, por lo cual no es posible obtener un coeficiente de incremento anual de la masa potencial por comparación de inventarios. En estos casos se supone un crecimiento o disminución del volumen constante en el tiempo y se procede de la siguiente forma:

- en el caso de no haber sido contabilizada esa especie en el IFN3 y sí en el IFN2 se darán valores conforme a las ecuaciones siguientes:

$$VCC(\text{AÑO}) = VCC(\text{AÑO ANTERIOR}) - (VCC1990/10)$$

Ejemplo: en la provincia de Cáceres en el IFN 2 se contabilizaron los grupos de especies: *Pinus sylvestris*/*Pinus nigra* y *Juniperus communis*/*J. oxycedrus*, no apareciendo estos grupos en el IFN 3, por lo que se asume una disminución constante de estas especies.

CÁCERES	Espece	COEF. DE INCREMENTO ANUAL	VCC IFN2 (m <sup>3</sup> )	VCC 1991 (m <sup>3</sup> )	....	VCC 1999 (m <sup>3</sup> )	VCC 2000 (m <sup>3</sup> )
	<i>Pinus sylvestris</i> / <i>Pinus nigra</i>	0,10	29.321	26.389		2.932	0
	<i>Juniperus communis</i> / <i>J. oxycedrus</i>	0,10	9.193	8.274		919	0
	<b>TOTAL CACERES</b>		<b>10.555.436</b>	<b>11.184.671</b>		<b>18.010.535</b>	<b>19.148.602</b>

- y en el caso de no haber sido contabilizada esa especie en el IFN2 y sí en el IFN3.

$$VCC(\text{AÑO}) = VCC(\text{AÑO POSTERIOR}) - (VCC2000/10)$$

Como ejemplo del caso contrario tenemos la acacia en la provincia de Pontevedra.

PONTEVEDRA	Espece	COEF. DE INCREMENTO ANUAL	VCC IFN2 (m <sup>3</sup> )	VCC 1991 (m <sup>3</sup> )	....	VCC 1999 (m <sup>3</sup> )	VCC 2000 (m <sup>3</sup> )
	<i>Acacia spp.</i>	0,10	0	24.997		224.975	249.972
	<b>TOTAL PONTEVEDRA</b>			<b>14.576.056</b>	<b>15.250.626</b>		<b>22.294.825</b>

## 4) Factores de expansión de VCC a Biomasa Total (BEF).

	valores del CREAM
	valores por comparación con otras especies
	valores guía de buenas prácticas (1,6*0,5=0,8)

ESPECIES ARBOREAS	
Ref. Flora europaea	
	FRONDOSAS
	CONIFERAS

ESPECIE	BEF	SP DE COMPARACIÓN
Acacia spp.	0,80	
Acer spp.	0,90	Ulmus
Alnus glutinosa	0,62	
Árboles fuera de monte (ribera arb.)	0,62	Alnus
Arboles ripícolas	0,62	Alnus
Arbutus unedo	0,80	
Betula spp.	0,73	
Castanea sativa	0,75	
Ceratonia siliqua	1,28	Q ilex
Corylus avellana	0,80	
Crataegus spp.	0,80	
Erica spp.	0,80	
Eucalyptus spp.	0,81	
Fagus sylvatica	0,81	
Fraxinus spp.	0,83	
Ilex spp.	0,80	
Laurus azorica	0,80	
Mezcla de árboles de ribera	0,62	Alnus
Mezcla de pequeñas frondosas	0,80	
Myrica faya	0,80	
Olea europaea	1,28	Q ilex
Otras especies	0,80	
Otras frondosas	0,80	
Otras laurisilvas	0,80	
Persea indica	0,80	
Phillyrea latifolia	0,80	
Phoenix canariensis	0,80	
Platanus spp.	0,90	Ulmus
Populus sp.	0,62	Alnus
Prunus spp.	0,80	
Quercus canariensis	1,00	
Quercus faginea	1,11	
Quercus ilex	1,28	
Quercus petraea	0,84	
Quercus pubescens (Q. humilis)	0,89	
Quercus pyrenaica	1,11	Q faginea
Quercus robar	0,84	Q petraea
Quercus rubra	0,80	
Quercus suber	1,28	Q ilex
Robinia pseudacacia. Sophora japonica	0,80	
Robinia pseudacacia. Sophora japonica. Gleditsia triacanthos.	0,80	
Salix spp.	0,80	
Sorbus spp.	0,80	
Tilia spp.	0,80	Ulmus
Ulmus spp.	0,90	

ESPECIE	BEF	SP DE COMPARACIÓN
Abies alba	0,61	
Abies pinsapo	0,61	Abies alba
Cedrus sp.	0,55	P pinaster
Chamaecyparis lawsoniana	0,44	P radiata
Coníferas autóctonas	0,44	P radiata
Coníferas, excepto pinos y abetos	0,64	P nigra
Cupressus sp.	0,55	P pinaster
Juniperus spp.	0,80	
Larix spp.	0,64	P nigra
Otras coníferas	0,64	P nigra
Otros pinos	0,64	P nigra
Picea abies	0,44	P radiata
Pinus canariensis	0,55	P pinaster
Pinus halepensis	0,74	
Pinus nigra	0,64	
Pinus pinaster	0,55	
Pinus pinea	0,73	
Pinus radiata	0,44	
Pinus sylvestris	0,62	
Pinus uncinata	0,61	
Pseudotsuga menziesii	0,44	P radiata
Sabinas/enebrales	0,80	

## FUENTES:

Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
Inventario Forestal Nacional (DGCN; Ministerio de Medio Ambiente)
Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF)
Elaboración del SPCAN según datos IFN

5) **Asimilación de especies o grupos de especies de la tabla 106 del Segundo Inventario Forestal a las principales especies o grupos de especies utilizados.**

ESPECIES O GRUPOS DE ESPECIES TABLA 106 IFN2	SUPERFICIE (ha) IFN2 (1990)	ESPECIES O GRUPOS DE ESPECIES EMPLEADAS
Coníferas exóticas alóctonas	35.159,44	Resto Coníferas
<i>Pinus sylvestris</i>	678.685,53	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Pinus uncinata</i>	52.273,80	<i>Pinus uncinata</i>
<i>Pinus pinea</i>	172.858,58	<i>Pinus pinea</i>
<i>Pinus halepensis</i>	1.046.978,45	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Pinus nigra</i>	405.982,54	<i>Pinus nigra</i>
<i>Pinus pinaster cantábrico</i>	285.046,52	<i>Pinus pinaster</i>
<i>Pinus pinaster mediterráneo</i>	723.819,86	<i>Pinus pinaster</i>
<i>Pinus canariensis</i>	69.644,11	Resto Coníferas
<i>Pinus radiata</i>	174.229,16	<i>Pinus radiata</i>
<i>Abies alba</i>	60.216,14	<i>Abies alba</i>
<i>Abies pinsapo</i>	2.307,57	Resto Coníferas
<i>Juniperus thurifera</i>	75.203,25	Resto Coníferas
<i>Quercus robur, Q. petraea</i>	99.550,70	<i>Quercus robur</i>
<i>Quercus pyrenaica</i>	263.472,66	<i>Quercus pyrenaica</i>
<i>Quercus faginea</i>	51.925,24	<i>Quercus faginea</i>
<i>Quercus ilex</i>	823.447,26	<i>Quercus ilex</i>
<i>Quercus suber</i>	104.254,92	<i>Quercus suber</i>
Árboles de ribera	36.087,58	Resto Frondosas
<i>Populus nigra, P.* canadensis</i>	53.767,98	<i>Populus</i> spp.
<i>Eucalyptus</i> spp, mediterráneo	293.988,41	<i>Eucalyptus</i> spp.
<i>Eucalyptus</i> spp, cantábrico	85.864,28	<i>Eucalyptus</i> spp.
<i>Olea europaea</i>	16.997,65	Resto Frondosas
<i>Fagus sylvatica</i>	311.115,22	<i>Fagus sylvatica</i>
<i>Castanea sativa</i>	83.497,18	<i>Castanea sativa</i>
<i>Pinus sylvestris</i> y <i>Pinus uncinata</i>	68.406,31	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Pinus sylvestris</i> y <i>Pinus nigra</i>	616.245,73	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Pinus sylvestris</i> y <i>Pinus pinaster</i>	85.675,19	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Pinus sylvestris</i> y frondosas	168.739,48	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Pinus pinea</i> y <i>Pinus pinaster</i>	170.712,83	<i>Pinus pinea</i>
<i>Pinus pinea</i> y frondosas	130.229,74	<i>Pinus pinea</i>
<i>Pinus halepensis</i> y <i>Pinus nigra</i>	229.678,56	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Pinus halepensis</i> y <i>Pinus pinaster</i>	183.184,66	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Pinus halepensis</i> y <i>Quercus ilex</i>	84.847,85	<i>Pinus halepensis</i>
<i>Pinus nigra</i> y <i>Pinus pinaster</i>	159.607,25	<i>Pinus nigra</i>
<i>Pinus radiata</i> y <i>Pinus pinaster</i> cantabrico	140.698,60	<i>Pinus radiata</i>
<i>Pinus pinaster</i> y <i>Eucalyptus</i> spp, cantabricos	345.330,10	<i>Pinus pinaster</i>
<i>Juniperus thurifera</i> y <i>Quercus ilex</i>	124.156,41	Resto Coníferas
<i>Quercus robur, Quercus petraea</i> y <i>Fagus sylvatica</i>	88.550,97	<i>Quercus robur</i>
<i>Quercus pyrenaica</i> y <i>Quercus ilex</i>	76.981,51	<i>Quercus pyrenaica</i>
<i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus ilex</i>	195.728,05	<i>Quercus faginea</i>
<i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus suber</i>	561.465,34	<i>Quercus ilex</i>
<i>Quercus suber</i> y <i>quercus canariensis</i>	48.074,51	<i>Quercus suber</i>
<i>Myrica faya</i> y <i>Erica arborea</i> (fayal-brezal)	16.318,52	Resto Frondosas
Frondosas-Latifoliadas	502.602,52	Resto Frondosas
Coníferas y frondosas/Resinosas y latifoliadas	622.089,91	Resto Coníferas
Matorral, pastizal o cultivo con arbolado ralo	3.278.961,54	Resto Frondosas
<b>SUPERFICIE FORESTAL ARBOLADA 1900 (HA)</b>	<b>13.904.659,61</b>	

Con esta asimilación de especies obtenemos la siguiente tabla:

ESPECIES	SUPERFICIE IFN2 (ha)	% sobre total de la sup	SUP 1991 (ha)	.....	SUP 1999 (ha)	SUP 2000 (ha)	SUP2001 (ha)	SUP2002 (ha)
<i>Abies alba</i>	60.216,14	0,43	61.791		76.112	78.140	80.227	82.374
<i>Pinus halepensis</i>	1.544.689,52	11,11	1.585.091		1.952.459	2.004.489	2.058.019	2.113.097
<i>Pinus nigra</i>	565.589,79	4,07	580.383		714.895	733.946	753.546	773.713
<i>Pinus pinaster</i>	1.354.196,48	9,74	1.389.616		1.711.680	1.757.293	1.804.221	1.852.507
<i>Pinus pinea</i>	473.801,15	3,41	486.193		598.876	614.835	631.254	648.148
<i>Pinus radiata</i>	314.927,76	2,26	323.165		398.063	408.671	419.584	430.813
<i>Pinus sylvestris</i>	1.617.752,24	11,63	1.660.065		2.044.809	2.099.299	2.155.362	2.213.045
<i>Pinus uncinata</i>	52.273,80	0,38	53.641		66.073	67.834	69.645	71.509
Resto Coníferas	928.560,69	6,68	952.847		1.173.684	1.204.960	1.237.139	1.270.248
<b>Total Coníferas</b>	<b>6.912.007,57</b>	<b>49,71</b>	<b>7.092.792</b>		<b>8.736.651</b>	<b>8.969.466</b>	<b>9.208.997</b>	<b>9.455.453</b>
<i>Castanea sativa</i>	83.497,18	0,60	85.681		105.539	108.351	111.245	114.222
<i>Fagus sylvatica</i>	311.115,22	2,24	319.252		393.244	403.723	414.505	425.598
<i>Quercus faginea</i>	247.653,29	1,78	254.131		313.029	321.371	329.953	338.784
<i>Quercus ilex</i>	1.384.912,60	9,96	1.421.135		1.750.504	1.797.152	1.845.145	1.894.526
<i>Quercus pyrenaica</i>	340.454,17	2,45	349.359		430.328	441.795	453.593	465.733
<i>Quercus robur</i>	188.101,67	1,35	193.021		237.757	244.093	250.611	257.318
<i>Quercus suber</i>	152.329,43	1,10	156.314		192.542	197.672	202.951	208.383
<i>Populus spp.</i>	53.767,98	0,39	55.174		67.962	69.773	71.636	73.553
<i>Eucalyptus spp.</i>	379.852,69	2,73	389.788		480.127	492.921	506.085	519.629
Resto Frondosas	3.850.967,81	27,70	3.951.690		4.867.553	4.997.264	5.130.716	5.268.028
<b>Total Frondosas</b>	<b>6.992.652,04</b>	<b>50,29</b>	<b>7.175.546</b>		<b>8.838.584</b>	<b>9.074.116</b>	<b>9.316.441</b>	<b>9.565.773</b>
<b>TOTAL</b>	<b>13.904.659,61</b>	<b>100,00</b>	<b>14.268.338</b>		<b>17.575.235</b>	<b>18.043.582</b>	<b>18.525.438</b>	<b>19.021.226</b>

## 6) Metodología de cálculo de las emisiones de carbono

La **cantidad de biomasa extraída** ("Amount of biomass removed") se obtiene de multiplicar el dato que nos proporciona el Anuario de Estadística Agraria correspondiente a los años 1990- 2000 de madera y leñas extraídas por el BEF para obtener la biomasa completa (1,6), por el factor de conversión a materia seca (0,5 t ms/m<sup>3</sup>) y por 0,001, esta última cifra para convertir la cifra a kilotoneladas.

Multiplicando por el factor de conversión a carbono (0,45 t C/t ms) obtenemos los **Gigagramos de carbono correspondientes a la biomasa extraída**.

Los años 2001-2003 se obtienen a través de las medias de los años anteriores.