

Aplicación del Protocolo de Kioto para Castilla y León

PREMIO COLECCIÓN DE ESTUDIOS
DEL CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL
DE CASTILLA Y LEÓN. Edición 2005

EQUIPO INVESTIGADOR

Investigador Principal José Luis González García

Coordinadora Ángeles Marín Rivero

Investigadores Cristina Álvarez Folgueras

José Manuel Díaz Modino

Nuria González Rabanal

Ana Pardo Fanjul

Colección de Estudios

8

ces

Aplicación del Protocolo de Kioto para Castilla y León

**PREMIO COLECCIÓN DE ESTUDIOS
DEL CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL
DE CASTILLA Y LEÓN
Edición 2005**

La responsabilidad de las opiniones expresadas en las publicaciones editadas dentro de la Colección de Estudios CES, incumbe exclusivamente a sus autores y su publicación no significa que el Consejo se identifique con las mismas.

La reproducción de esta publicación está permitida citando su procedencia.

© CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

Edita: Consejo Económico y Social de Castilla y León

C/ Duque de la Victoria, 8. 3ª y 4ª planta. 47001 Valladolid. España

Tel.. 983 394 200 - Fax 983 396 538

e-mail: cescyl@cescyl.es; <http://www.cescyl.es>

I.S.B.N.: 84-95308-25-8

Depósito Legal: VA-30/2006

Diseño y Arte final: dDC, Diseño y Comunicación

Impresión: Angelma S.L.

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigador Principal

José Luis González García

Coordinadora

Ángeles Marín Rivero

Investigadores

Cristina Álvarez Folgueras

José Manuel Díaz Modino

Nuria González Rabanal

Ana Pardo Fanjul



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

ÚLTIMAS PUBLICACIONES

Informes anuales

- Situación Económica y Social en Castilla y León en 2003
- Situación Económica y Social en Castilla y León en 2004

Informes a Iniciativa Propia del CES

- IIP 1/03 El Empleo de los Jóvenes en Castilla y León
- IIP 2/03 Repercusiones y Expectativas Económicas generadas por la Ampliación de la UE en los Sectores Productivos de Castilla y León
- IIP 3/03 Investigación, Desarrollo e Innovación en Castilla y León
- IIP 1/04 Las Mujeres en el Medio Rural en Castilla y León
- IIP 2/04 Crecimiento Económico e Inclusión Social en Castilla y León
- IIP 1/05 Las Empresas Participadas por Capital Extranjero en Castilla y León
- IIP 2/05 La Situación de los Nuevos Yacimientos de Empleo en Castilla y León

Colección de Estudios

- N.º 6 Aspectos comerciales de los Productos Agroalimentarios de Calidad en Castilla y León
- N.º 7 El sector de automoción en Castilla y León. Componentes e industria auxiliar
- N.º 8 Aplicación del Protocolo de Kioto para Castilla y León

Revista de Investigación Económica y Social

- N.º 6 Premio de Investigación 2003:
Valoración económica de bienes públicos en relación al patrimonio cultural de Castilla y León. Propuesta metodológica y aplicación empírica
- N.º 7 Premio de Investigación 2004:
Perfil económico y financiero de los cuidados de larga duración. Análisis de la situación en Castilla y León
Este número también publica el accésit y un trabajo seleccionado

Memorias anuales de Actividades

- Memoria de Actividades 2003
- Memoria de Actividades 2004

PRÓXIMAS PUBLICACIONES

Informes anuales

- Situación Económica y Social en Castilla y León en 2005

Informes a Iniciativa Propia del CES

- La Inmigración en Castilla y León tras los procesos de regularización: aspectos poblacionales y jurídicos
- Repercusiones para Castilla y León de la evolución del modelo de Financiación Autonómica
- La Formación Profesional y la integración en el mercado de trabajo en Castilla y León
- Repercusiones y expectativas económicas generadas por la nueva ampliación de la Unión Europea para los sectores productivos de Castilla y León
- La protección por desempleo en Castilla y León
- La Gripe Aviar y su repercusión en Castilla y León

Colección de Estudios

- N.º 9 Alternativas industriales a los actuales usos agrícolas, ganaderos y forestales en Castilla y León

Revista de Investigación Económica y Social

- N.º 8 Premio de Investigación 2005:
Publica los trabajos seleccionados por el CES de Castilla y León.
- N.º 9 Premio de Investigación 2006:
Publica los trabajos seleccionados por el CES de Castilla y León.

Memorias anuales de Actividades

- Memoria de Actividades 2005

COMPOSICIÓN DEL PLENO DEL CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL

A 12 DE ENERO DE 2006

Presidente: D. José Luis Díez Hoces de la Guardia

Vicepresidentes: D. Agustín Prieto González. *Sindical*
D. José Luis Martín Aguado. *Empresarial*

Secretario General: D. José Carlos Rodríguez Fernández

Consejeros Titulares

GRUPO I. ORGANIZACIONES SINDICALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Unión General de Trabajadores. UGT

D. Miguel Álvarez García
D. Fermín Carnero González
D. Manuel López García
D. Agustín Prieto González
D. Roberto Rabadán Rodríguez
D. Regino Sánchez Gonzalo

• Comisiones Obreras de Castilla y León. CCOO

D. Vicente Andrés Granado
D. Saturnino Fernández de Pedro
D.ª Bernarda García Córcoba
D. Ángel Hernández Lorenzo
D. Esteban Riera González
D.ª Ana Mª Vallejo Cimarra

GRUPO II. ORGANIZACIONES EMPRESARIALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Confederación de Organizaciones Empresariales de Castilla y León. CECALE

D. Santiago Aparicio Jiménez
D. Pedro Bermejo Sanz
D. Fernando Dal-Re Compaire
D. José Elías Fernández Lobato
D. Ángel Herrero Magarzo
D. José Luis Martín Aguado
D. Luis Carlos Parra García
D. Antonio Primo Sáiz
D. Manuel Soler Martínez
D. Roberto Suárez García
D. Ignacio Tejera Montaño
D. Jesús Mª Terciado Valls

GRUPO III

• Expertos designados por la Junta de Castilla y León

D. Francisco Albarrán Losada
D. José Luis Díez Hoces de la Guardia
D. Juan Carlos Gamazo Chillón
D. Héctor García Arias
D. José Largo Cabrerizo
D.ª Asunción Orden Recio

• Organizaciones Profesionales Agrarias

- *Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores de Castilla y León. ASAJA*

D. Leoncio Asensio Asensio
D. José María Llorente Ayuso

- *Unión de Campesinos de Castilla y León. COAG*

D. José Manuel de las Heras Cabañas

- *Unión de Pequeños Agricultores de Castilla y León. UPA*

D. Julio López Alonso

• Asociaciones o Federaciones de Asociaciones de Consumidores de Ámbito Regional

- *Unión de Consumidores de Castilla y León. UCE*
D. Prudencio Prieto Cardo

• Cooperativas y Sociedades Laborales

- *Unión Regional de Cooperativas Agrarias de Castilla y León. URCACYL*
D. Fernando Herrero Verdugo

Consejeros Suplentes

GRUPO I. ORGANIZACIONES SINDICALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Unión General de Trabajadores. UGT

D.ª Luz Blanca Cosío Almeida
D.ª Asunción García Herrero
D. Óscar Mario Lobo San Juan
D. Carlos Javier Martínez Robla
Dña. Concepción Ramos Bayón
D. Pablo Zalama Torres

• Comisiones Obreras de Castilla y León. CCOO

D.ª Elsa Caballero Sancho
D. Luis Miguel Gómez Miguel
D.ª Montserrat Herranz Sáez
D. Carlos Julio López Inclán
D.ª Yolanda Rodríguez Valentín
D.ª Beatriz Sanz Parra

GRUPO II. ORGANIZACIONES EMPRESARIALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Confederación de Organizaciones Empresariales de Castilla y León. CECALE

D.ª Sofía Andrés Merchán
D. Luis de Luis Alfageme
D. Avelino Fernández Fernández
D.ª Sonia González Romo
D.ª Mercedes Lozano Salazar
D. José Luis Marcos Rodríguez
D.ª Sonia Martínez Fontano
D. Andrés Montejo García
D. Pedro Salafranca Sánchez-Neyra
D. José Antonio Sancha Martín
D. José Luis de Vicente Huerta
D. Jaime Villagrà Herrero

GRUPO III

• Expertos designados por la Junta de Castilla y León

D. Carlos Manuel García Carbayo
D.ª María del Rosario García Pascual
D. José Carlos Jiménez Hernández
D.ª María Jesús Maté García
D.ª Manuela Rosellón Rebollero
D. Joaquín Rubio Genjo

• Organizaciones Profesionales Agrarias

- *Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores de Castilla y León. ASAJA*

D. Lino Rodríguez Velasco
D. Vicente de la Peña Robledo

- *Unión de Campesinos de Castilla y León. COAG*

D. Ignacio Arias Ubillos

- *Unión de Pequeños Agricultores de Castilla y León. UPA*

D. Francisco Fernández Aguado

• Asociaciones o Federaciones de Asociaciones de Consumidores de Ámbito Regional

- *Unión de Consumidores de Castilla y León. UCE*
D. Ezequiel Peña García

• Cooperativas y Sociedades Laborales

- *Federación de Cooperativas de Trabajo de Castilla y León. FCTACYL*
D. Alberto Boronat Martín

COMPOSICIÓN DE LAS COMISIONES DEL CES

A 12 DE ENERO DE 2006

COMISIÓN PERMANENTE

		Grupo
Presidente	D. José Luis Díez Hoces de la Guardia	EXPERTOS
Vicepresidentes	D. Agustín Prieto González D. José Luis Martín Aguado	U.G.T. CECALE
Consejeros	D. Leoncio Asensio Asensio D. Juan Carlos Gamazo Chillón D. Ángel Hernández Lorenzo D. Luis Carlos Parra García D. Esteban Riera González D. Roberto Suárez García	ASAJA EXPERTOS CC.OO. CECALE CC.OO. CECALE
Secretario General	D. José Carlos Rodríguez Fernández	

COMISIONES DE TRABAJO

I. DESARROLLO REGIONAL

Presidente
D. Ángel Herrero Magarzo
CECALE

Vicepresidente
D. Manuel Soler Martínez
CECALE

Consejeros
D. Fernando Dal-Re Compaire
CECALE
D. J. Manuel de las Heras
Cabañas.
COAG
D. José Largo Cabrerizo
EXPERTOS
D. Julio López Alonso
UPA
D. Roberto Rabadán Rodríguez
U.G.T.
D. Regino Sánchez Gonzalo
U.G.T.
D.^a Ana María Vallejo Cimarra
CC.OO.

Secretaria (por delegación del
Secretario General)
D.^a Cristina García Palazuelos
CES de Castilla y León

II. ÁREA SOCIAL

Presidenta
D.^a Bernarda García Córcoba
CC.OO.

Vicepresidente
D. Saturnino Fernández de Pedro
CC.OO.

Consejeros
D. Santiago Aparicio Jiménez
CECALE
D. Fermín Carnero González
U.G.T.
D. José Elías Fernández Lobato
CECALE
D. Héctor García Arias
EXPERTOS
D. Fernando Herrero Verdugo
URCACYL
D. José María Llorente Ayuso
ASAJA
D. Antonio Primo Saiz
CECALE

Secretario (por delegación del
Secretario General)
D. Carlos Polo Sandoval
CES de Castilla y León

III. INVERSIONES E INFRAESTRUCTURAS

Presidenta
D.^a Asunción Orden Recio
EXPERTOS

Vicepresidente
D. Francisco Albarrán Losada
EXPERTOS

Consejeros
D. Miguel Álvarez García
U.G.T.
D. Vicente Andrés Granado
CC.OO.
D. Pedro Bermejo Sanz
CECALE
D. Manolo López García
UGT
D. Prudencio Prieto Cardo
UCE
D. Ignacio Tejera Montaña
CECALE
D. Jesús María Terciado Valls
CECALE

Secretaria (por delegación del
Secretario General)
D.^a Susana García Chamorro
CES de Castilla y León

ÍNDICE

1. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO	
1.1 EL PROBLEMA	35
1.2 CAUSA DEL PROBLEMA: LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	41
1.2.1 Situación internacional	42
1.2.2 Situación en la Unión Europea-15 y 25	49
1.2.3 Situación en España	57
1.2.4 Situación en las distintas comunidades autónomas	62
1.3. LA RESPUESTA AL PROBLEMA	66
1.3.1 Los primeros pasos	66
1.3.2 La convención marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático	66
1.3.3 El protocolo de Kioto (COP3) 1997	68
1.3.4 La respuesta europea al problema del cambio climático	72
1.3.4.1 <i>El Programa Europeo contra el Cambio Climático (PECC)</i>	72
1.3.4.2 <i>Segunda fase del PECC (2002-2003)</i>	74
1.3.4.3 <i>Directiva sobre el Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero</i>	75
1.3.5 La respuesta española al problema del cambio climático	77
1.3.6 El papel de las CC.AA. en la respuesta española al problema del cambio climático	88
1.3.7 La respuesta de los distintos países miembros	89
2. CASTILLA Y LEÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	
2.1 PREVISIONES SOBRE LAS CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA PARA CASTILLA Y LEÓN	101
2.2. LAS EMISIONES EN CASTILLA Y LEÓN	102
2.2.1. Las emisiones según datos del MMA	102

2.2.1.1. Consideraciones metodológicas	102
2.2.1.2. Emisiones por gases.....	103
2.2.1.3. Emisiones por sectores	110
2.2.1.3.1 EMISIONES DE LOS GRANDES GRUPOS IPCC	110
2.2.1.3.2 EMISIONES EN EL GRUPO "ENERGÍA"	116
2.2.1.3.3 EMISIONES EN EL GRUPO "AGRICULTURA"	119
2.2.1.3.4 EMISIONES DEL RESTO DE LOS GRUPOS	122
2.2.2 Datos de diversas fuentes	122
2.2.3 Estimación propia.....	124
2.2.3.1 Consideraciones previas y metodología	124
2.2.3.2 Emisiones regionales y por provincias de las principales fuentes emisoras	126
3. CASTILLA Y LEÓN ANTE EL PLAN NACIONAL DE ASIGNACIONES	
3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS Y EXPLICACIÓN METODOLÓGICA	137
3.2 LAS EMPRESAS AFECTADAS POR EL PLAN NACIONAL DE ASIGNACIONES EN CASTILLA Y LEÓN	139
3.3. INDUSTRIA ENERGÉTICA.....	139
3.3.1. Descripción del sector.....	139
3.3.1.1 Consideraciones metodológicas	139
3.3.1.2 La energía desde una perspectiva global.....	140
3.3.1.3 El sector de la energía en el contexto internacional y nacional	143
3.3.1.3.1 EL CONTEXTO INTERNACIONAL	143
3.3.1.3.2 ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO DESDE UNA PERSPECTIVA COMUNITARIA	144
3.3.1.3.3 ENERGÍA EN ESPAÑA	146
3.3.2 El sector de la energía en Castilla y León	150
3.3.2.1 Características diferenciales	150
3.3.2.2 Emisiones en Castilla y León.....	156
3.3.2.2.1 ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN DATOS DEL MMA	156
3.3.2.2.2 ESTIMACIÓN PROPIA	158
3.3.2.2.2.1 Metodología utilizada	158
3.3.2.2.2.2 Emisiones de las centrales térmicas.....	163
3.3.2.2.2.3 Emisiones de las instalaciones de cogeneración	168
3.3.2.2.3 COMPARACIÓN DE LOS DATOS	170
3.3.3 Marco en que se desenvuelve	171
3.3.3.1 Marco normativo	171
3.3.3.2 Medidas y políticas posibles	174

3.3.3.2.1	ÁMBITO EUROPEO	174
3.3.3.2.2	ÁMBITO NACIONAL	178
3.3.3.2.3	ÁMBITO REGIONAL	181
3.3.4	Consideración especial de las energías renovables	183
3.3.5	Las instalaciones afectadas	194
3.4	EL SECTOR DEL CEMENTO	197
3.4.1	Descripción del sector.....	197
3.4.2	El sector en Castilla y León	200
3.4.2.1	<i>Características diferenciales</i>	200
3.4.2.2	<i>Emisiones en Castilla y León</i>	206
3.4.2.2.1	ESTIMACIÓN PROPIA	206
3.4.2.2.1.1	Metodología utilizada	206
3.4.2.2.1.2	Emisiones de las plantas cementeras	207
3.4.2.2.1.2.1	Emisiones por combustión	207
3.4.2.2.1.2.2	Emisiones sin combustión	209
3.4.2.2.2	DATOS DEL MMA	211
3.4.2.2.2.1	Emisiones por combustión	211
3.4.2.2.2.2	Emisiones sin combustión	213
3.4.3	Marco en el que se desenvuelve	214
3.4.3.1	<i>Marco normativo</i>	214
3.4.3.2	<i>Medidas y políticas posibles</i>	217
3.4.4	Instalaciones afectadas por el plan nacional de asignación	219
3.5	EL SECTOR DEL VIDRIO	221
3.5.1.	Descripción del sector.....	221
3.5.1.1	<i>Consideraciones técnicas</i>	221
3.5.1.2	<i>El sector del vidrio en el contexto internacional y nacional</i>	223
3.5.2.	El sector en Castilla y León	225
3.5.2.1	<i>Características diferenciales</i>	225
3.5.2.2	<i>Emisiones</i>	226
3.5.3.	Marco en el que se desenvuelve.....	227
3.5.3.1	<i>Marco normativo</i>	227
3.5.3.2	<i>Medidas y políticas posibles</i>	229
3.5.4	Instalaciones afectadas por el Plan Nacional de Asignación	231
3.6	EL SECTOR CERÁMICO. FABRICACIÓN DE LADRILLOS Y TEJAS	232
3.6.1	Descripción del sector	232
3.6.2	El sector en Castilla y León	233

3.6.2.1	<i>Características diferenciales</i>	233
3.6.2.2	<i>Emisiones</i>	234
3.6.3	Marco en el que se desenvuelve	236
3.6.3.1	<i>Marco normativo</i>	236
3.6.3.2	<i>Medidas y políticas posibles</i>	236
3.6.4	Instalaciones afectadas por el Plan Nacional de Asignación	237
3.7	EL SECTOR DE LA PASTA Y PAPEL	241
3.7.1	Descripción del sector	241
3.7.1.1	<i>Consideraciones técnicas</i>	241
3.7.1.2	<i>El sector de la Pasta y Papel en el contexto internacional y nacional</i>	242
3.7.2	El sector de la Pasta y el Papel en Castilla y León	250
3.7.2.1	<i>Características diferenciales</i>	250
3.7.2.2	<i>Emisiones</i>	251
3.7.3	Marco en el que se desenvuelve	253
3.7.3.1	<i>Marco normativo</i>	253
3.7.3.2	<i>Medidas y políticas posibles</i>	255
3.7.4	Instalaciones afectadas por el Plan Nacional de Asignación	256
4.	CASTILLA Y LEÓN Y LOS SUMIDEROS DE CARBONO	
4.1	CONSIDERACIONES PREVIAS	267
4.2	EL SECTOR FORESTAL EN CASTILLA Y LEÓN	274
4.3	EL SECUESTRO DE CARBONO EN LOS BOSQUES DE CASTILLA Y LEÓN: UNA APROXIMACIÓN A SU CÁLCULO	277
4.4.	PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL SECTOR FORESTAL	284
5.	LOS SECTORES NO AFECTADOS POR EL PNA	
5.1	EL SECTOR TRANSPORTE	291
5.1.1	El sector del transporte en el contexto nacional e internacional	291
5.1.1.1	<i>El transporte en Europa</i>	291
5.1.1.2	<i>El transporte en España</i>	295
5.1.2	El sector transporte en Castilla y León	297
5.1.2.1	<i>Características diferenciales</i>	297
5.1.2.2	<i>Cálculo de emisiones</i>	298
5.1.2.2.1	DATOS DEL MMA	299
5.1.2.2.2	ESTIMACIONES PROPIAS	307
5.1.3	Marco en que se desenvuelve	315
5.1.3.1	<i>Medidas y políticas posibles</i>	315
5.1.3.2	<i>Marco normativo</i>	328

5.2 EL SECTOR AGRARIO	332
5.2.1 Descripción del sector	332
5.2.1.1 <i>El sector agrario y el cambio climático</i>	332
5.2.1.2 <i>El sector agrario y sus emisiones en el ámbito internacional y nacional</i>	335
5.2.2 El sector agrario en Castilla y León	341
5.2.2.1 <i>Características diferenciales del sector</i>	341
5.2.2.2 <i>Emisiones</i>	345
5.2.2.2.1 ESTIMACIONES PROPIAS.....	345
5.2.2.2.2 DATOS DEL MMA	352
5.2.3 Marco en que se desenvuelve el sector	355
5.2.3.1 <i>Marco normativo</i>	355
5.2.3.2 <i>Políticas y medidas</i>	356
5.3 EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL	361
5.3.1 Descripción del sector	361
5.3.2 El sector en Castilla y León	363
5.3.2.1 <i>Características diferenciales</i>	363
5.3.2.2 <i>Emisiones</i>	365
5.3.3 Marco en el que se desenvuelve	368
5.3.3.1 <i>Marco normativo</i>	368
5.3.3.2 <i>Medidas y políticas posibles</i>	371
5.4 RESIDUOS	377
5.4.1 Descripción del sector	377
5.4.1.1 <i>Introducción (Delimitación del Sector)</i>	377
5.4.1.2 <i>El sector residuos en Europa, España y Castilla y León</i>	378
5.4.2 Marco en el que se desenvuelve y medidas y políticas posibles	385
BIBLIOGRAFÍA	397
ANEXOS	419
ABREVIATURAS	457

ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1.1	Emisiones de los grandes países en desarrollo.....	48
Cuadro 1.2	Emisiones de GEI y objetivos del Protocolo de Kyoto para el periodo 2008-2012. (En equivalentes de CO ₂ y excluido LUCF).....	49
Cuadro 1.3	Emisiones GEI europeas por principales fuentes de emisión. 1990-2003. (Millones de toneladas equivalentes de CO ₂)	52
Cuadro 1.4	Emisiones GEI europeas por gases. 1990-2003. (Millones de toneladas equivalentes de CO ₂)	53
Cuadro 1.5	Evolución de las emisiones por gases. Valor absoluto (Gg equivalentes de CO ₂)	57
Cuadro 1.6	Índices de evolución de las emisiones por gases.....	58
Cuadro 1.7	Índices de evolución de las emisiones por sectores. Índice anual	59
Cuadro 1.8	Evolución de las emisiones GEI por gases en España. (Miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	61
Cuadro 1.9	Emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autónomas.....	63
Cuadro 1.10	Emisiones de GEI por Comunidades Autónomas y su relación con la población y el PIB	64
Cuadro 1.11	Evolución de las emisiones de GEI en CO ₂ equivalente.....	65
Cuadro 1.12	Reparto en millones de toneladas de CO ₂ anuales para el periodo 2005-2007 y grado de cobertura de las peticiones señoriales	81
Cuadro 1.13	Asignación por sectores definitiva y en los sucesivos borradores del Plan Nacional de Asignación de Emisiones	84
Cuadro 2.1	Evolución por gases de las emisiones de Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	103

Cuadro 2.2	Comparación por gases de las emisiones regionales y nacionales (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	107
Cuadro 2.3	Evolución por grupos de las emisiones de Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO ₂).....	110
Cuadro 2.4	Comparación por grupos de las emisiones regionales y nacionales (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	114
Cuadro 2.5	Evolución de las emisiones del grupo 1 (Energía) en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	116
Cuadro 2.6	Evolución de las emisiones del grupo 4 (Sector Agrario) en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO ₂).....	119
Cuadro 2.7	Emisiones en Castilla y León. Kt equivalentes de CO ₂	123
Cuadro 2.8	Emisiones regionales en las actividades objeto de estimación: Castilla y León (toneladas equivalentes de CO ₂)	126
Cuadro 2.9	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Ávila (toneladas equivalentes de CO ₂)	128
Cuadro 2.10	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Burgos (toneladas equivalentes de CO ₂)	129
Cuadro 2.11	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de León (toneladas equivalentes de CO ₂)	129
Cuadro 2.12	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Palencia (toneladas equivalentes de CO ₂)	130
Cuadro 2.13	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Salamanca (toneladas equivalentes de CO ₂)	131
Cuadro 2.14	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Segovia (toneladas equivalentes de CO ₂)	131

Cuadro 2.15	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Soria (toneladas equivalentes de CO ₂)	132
Cuadro 2.16	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Valladolid (toneladas equivalentes de CO ₂)	133
Cuadro 2.17	Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Zamora (toneladas equivalentes de CO ₂)	133
Cuadro 3.1	Emisiones contaminantes en el Sector de la Energía	141
Cuadro 3.2	Distribución por gases de las emisiones de las actividades de combustión en Castilla y León	156
Cuadro 3.3	Consumo de combustibles.....	158
Cuadro 3.4	Factores de emisión y fuente utilizada	158
Cuadro 3.5	Emisión de CO ₂	159
Cuadro 3.6	Emisión de CH ₄ (t)	160
Cuadro 3.7	Emisión de N ₂ O (t)	160
Cuadro 3.8	Emisión de toneladas equivalentes de CO ₂	160
Cuadro 3.9	Emisión de toneladas equivalentes de CO ₂	161
Cuadro 3.10	Consumo de combustibles.....	162
Cuadro 3.11	Factores de emisión y fuentes utilizadas	162
Cuadro 3.12	Emisiones por combustible.....	163
Cuadro 3.13	Consumo de combustible y emisiones en la provincia de León. 1992 y 2004	166
Cuadro 3.14	Consumo de combustible y emisiones en la provincia de Palencia. 1992 y 2003	168
Cuadro 3.15	Porcentaje de variación de las emisiones con relación a 1990.....	175
Cuadro 3.16	Propuestas de políticas y medidas en materia de energía sobre cambio climático	177
Cuadro 3.17	Objetivos sectoriales del Plan de Acción 2005-2007	180
Cuadro 3.18	Objetivos marcados por el PASCER. Miles de tep.	183
Cuadro 3.19	Porcentaje de las fuentes de energía renovables en el consumo interno bruto de energía	184

Cuadro 3.20	Planes de Energía Renovable en la CC.AA.	186
Cuadro 3.21	Comparativa PFER ₂₀₀₀₋₂₀₁₀ y PER ₂₀₀₅₋₂₀₁₀	187
Cuadro 3.22	Instalaciones y asignaciones de generación de carbón sujetas al PNA en Castilla y León	195
Cuadro 3.23	Instalaciones y asignaciones de cogeneración sujetas al PNA en Castilla y León	197
Cuadro 3.24	Consumo de energía y combustibles	198
Cuadro 3.25	Constituyentes principales de los gases emitidos en la producción de cemento	200
Cuadro 3.26	Sector Cemento en Castilla y León.....	201
Cuadro 3.27	Capacidad de producción anual en las plantas de Castilla y León. (t/año)	201
Cuadro 3.28	Tipos de cemento producido	202
Cuadro 3.29	Producción de cemento, más producción de clinker para exportación (t)	202
Cuadro 3.30	Consumo de cemento (t)	202
Cuadro 3.31	Importaciones de cemento (t)	203
Cuadro 3.32	Ventas de cemento (t)	203
Cuadro 3.33	Sector de cemento, cal y yeso en Castilla y León	204
Cuadro 3.34	Datos del Sector "otros productos minerales no metálicos"	204
Cuadro 3.35	Consumo de combustibles año 1990	205
Cuadro 3.36	Consumo de combustibles año 2003	205
Cuadro 3.37	Capacidades caloríficas de cada combustible	206
Cuadro 3.38	Factores de emisión para cada tipo de combustible	206
Cuadro 3.39	Factores de emisión para cada tipo de combustible	206
Cuadro 3.40	Factores de emisión para cada tipo de combustible	206
Cuadro 3.41	Año 1990 Castilla y León. Combustión	207
Cuadro 3.42	Año 2003 Castilla y León. Combustión	207
Cuadro 3.43	Año 1990. Proceso sin combustión	210
Cuadro 3.44	Año 2003. Proceso sin combustión	210
Cuadro 3.45	Límites de emisión	216

Cuadro 3.46	Utilización de combustibles alternativos en las cementeras españolas en 2003 (t)	218
Cuadro 3.47	Derechos de emisión asignados. Toneladas de CO ₂	219
Cuadro 3.48	Emisiones al aire (t/año)	219
Cuadro 3.49	Emisiones de CO ₂ (t/año).....	220
Cuadro 3.50	Sector del Vidrio en Castilla y León	225
Cuadro 3.51	Derechos de emisión asignados. Toneladas de CO ₂	231
Cuadro 3.52	Emisiones al aire (t/año)	232
Cuadro 3.53	Sector Cerámico en Castilla y León	233
Cuadro 3.54	PNA Instalaciones castellano-leonesas afectadas. Ladrillos y Tejas	237
Cuadro 3.55	Derechos de emisión asignados. Toneladas de CO ₂	238
Cuadro 3.56	Magnitudes financieras y empleo. Ladrillos y tejas	239
Cuadro 3.57	Producción del sector papelerero español. Miles de toneladas	243
Cuadro 3.58	Estadísticas de reciclado	247
Cuadro 3.59	Sector Pasta de papel y Papel en Castilla y León.....	251
Cuadro 3.60	Datos del Sector “Papel, edición y artes gráficas”	251
Cuadro 3.61	Derechos de emisión asignados. Sector Pasta y Papel. (Toneladas de CO ₂)	257
Cuadro 3.62	Magnitudes financieras y empleo. Pasta y Papel	258
Cuadro 3.63	Rottneros. Consumo de energía (GWh)	260
Cuadro 3.64	Rottneros. Emisiones de CO ₂ (Tn anuales).....	260
Cuadro 3.65	Emisiones al aire (t/año)	260
Cuadro 4.1	Usos de la biomasa y almacenamiento de carbono.....	270
Cuadro 4.2	Distribución territorial de la superficie forestal y el volumen maderable	274
Cuadro 4.3	Evolución de la superficie forestal de Castilla y León por especies (ha)	275
Cuadro 4.4	Evolución del volumen maderable por especies (m ³).....	276
Cuadro 4.5	CO ₂ almacenado y secuestrado por provincias	278

Cuadro 4.6	CO ₂ secuestrado por actividades antrópicas (1992-2002)	280
Cuadro 4.7	CO ₂ secuestrado cada año por especies (en toneladas)	281
Cuadro 4.8	Emisiones por extracción de madera y leña	282
Cuadro 4.9	Saldo de CO ₂ del sector forestal de Castilla y León	283
Cuadro 5.1	Crecimiento de las emisiones del Sector Transporte en Castilla y León. (Tasas de variación).....	301
Cuadro 5.2	Emisiones GEI castellanoleonesas y españolas del Transporte por Carretera.....	306
Cuadro 5.3	Parque móvil de Castilla y León. 1990	309
Cuadro 5.4	Parque móvil de Castilla y León. 2003	309
Cuadro 5.5	Factores de emisión por categoría de vehículo y contaminante	310
Cuadro 5.6	Kms. medios recorridos al año por categoría de vehículo.....	310
Cuadro 5.7	Emisiones GEI en el sector Transporte por Carretera. Castilla y León	311
Cuadro 5.8	Tasas de variación de las emisiones del Transporte por Carretera y del Parque móvil. 1990/2003	312
Cuadro 5.9	Tasas de variación de las emisiones del Transporte por Carretera y del Parque móvil. 1990/2003. (Porcentajes)	314
Cuadro 5.10	Tasas de variación de los factores de emisión y de los kms medios recorridos al año para cada categoría de vehículo. 1990/2003	315
Cuadro 5.11	Estrategia E4. Plan de Acción 2005-2007. Medidas en el Sector Transporte	322
Cuadro 5.12	Los gases comunes de efecto invernadero, sus orígenes y la contribución al calentamiento de la atmósfera.....	336
Cuadro 5.13	Emisiones del sector agrario español (kt eq. de CO ₂)	340
Cuadro 5.14	Distribución de la superficie según grandes usos y aprovechamientos, 2003 (Hectáreas).....	342

Cuadro 5.15	Distribución de las tierras de cultivo según grandes grupos de cultivo y ocupación principal, 2003 (Hectáreas)	343
Cuadro 5.16	Distribución de de la ganadería por especies. 2004	345
Cuadro 5.17	Cabezas de ganado por categorías en Castilla y León.....	346
Cuadro 5.18	Factores de emisión de metano (kg/cabeza/año)	347
Cuadro 5.19	Emisiones de metano de origen ganadero	347
Cuadro 5.20	Nitrógeno excretado y fracción de N por sistema de manejo de estiércol y especie ganadera	349
Cuadro 5.21	Emisiones de óxido nitroso por manejo de estiércol	349
Cuadro 5.22	Estimación de las emisiones de N ₂ O procedentes de los suelos agrícolas de Castilla y León	350
Cuadro 5.23	Resumen de emisiones estimadas procedentes de la ganadería y de suelos agrícolas. (t de CO ₂ equivalente)	351
Cuadro 5.24	Inventario de Emisiones del Ministerio de Medio Ambiente. 2003. En t equivalentes de CO ₂	354
Cuadro 5.25	Número de edificios según tipo de obra. Año 2004	363
Cuadro 5.26	Superficie a construir de nueva planta (miles m ²). Año 2004	364
Cuadro 5.27	Emisiones en Castilla y León (toneladas equivalentes de CO ₂)	365
Cuadro 5.28	Emisiones en Castilla y León. Grupo Energía.....	367
Cuadro 5.29	Estrategia E4. Plan de Acción 2005-2007 Medidas en el Sector Residencial, Comercial e Institucional	376
Cuadro 5.30	Valor absoluto de las emisiones de GEI del Sector Residuos (Mt equivalentes de CO ₂)	380
Cuadro 5.31	Peso relativo del Sector Residuos en el total de las emisiones de GEI (CO ₂ equivalente)	381
Cuadro 5.32	Emisiones del Grupo 6.....	382

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1.1	Desviaciones observadas de la temperatura, comparada con la media anual 1960-1990 (Global y Europea). °C	36
Gráfico 1.2	Curva de Keeling del CO ₂ atmosférico de Mauna Loa, en Hawai	38
Gráfico 1.3	Emisiones totales de cada país desarrollado o con economía en transición en el último año disponible y el año base	44
Gráfico 1.4	Contribución de cada país desarrollado o con economía en transición al total de las emisiones de estos países en el último año disponible	45
Gráfico 1.5	Cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero de las Partes incluidas en el Anexo I, 1990-2001.....	46
Gráfico 1.6	Emisiones efectivas y proyectadas de dióxido de carbono, desglosadas por región. (Miles de millones de toneladas de CO ₂)	47
Gráfico 1.7	Emisiones GEI (GHG) 1990-2003 en la UE-15 y comparación con el objetivo 2008-2001 (excl. LUCF). (Números índice 1990 = 100).....	51
Gráfico 1.8	Emisiones GEI per capita en los Estados miembros de la UE-25. 1990 y 2003. Toneladas equivalentes de CO ₂	55
Gráfico 1.9	Emisiones GEI por unidad de PIB en los Estados miembros de la UE-25. 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO ₂)	56
Gráfico 1.10	Índice de evolución de las emisiones del total de gases	58
Gráfico 1.11	Representación gráfica de los índices de evolución de las emisiones por sectores	59
Gráfico 1.12	Evolución de las emisiones GEI en España	60
Gráfico 2.1	Evolución por gases de las emisiones en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	104
Gráfico 2.2	Evolución de las emisiones por gases	104

<i>Gráfico 2.2.a</i> Evolución de las emisiones de CO ₂ , N ₂ O Y CH ₄ (Año base 1990) (Números índice Año base = 100)	104
<i>Gráfico 2.2.b</i> Evolución de las emisiones de SF ₆ , HFC y PFC. (Año base 1995) (Números índice Año base = 100)	105
Gráfico 2.3 Distribución por gases de las emisiones regionales	106
Gráfico 2.4 Evolución de las emisiones totales en Castilla y León y en España (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	108
Gráfico 2.5 Comparación por gases de las emisiones regionales y nacionales (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	109
<i>Gráfico 2.5.a</i> Año 1990	109
<i>Gráfico 2.5.b</i> Año 2003	109
Gráfico 2.6 Evolución por grupos de las emisiones en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	111
Gráfico 2.7 Evolución de las emisiones por grupos (año base 1990)	112
Gráfico 2.8 Distribución por grupos de las emisiones regionales	113
Gráfico 2.9 Total de emisiones por grupos en Castilla y León y España (miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	115
Gráfico 2.10 Distribución de las actividades de combustión	117
Gráfico 2.11 Distribución por gases de las emisiones del grupo 1 (Energía)	118
Gráfico 2.12 Distribución de las emisiones en el grupo 4 (Sector Agrario)	120
<i>Gráfico 2.12 a.</i> Año 1990.....	120
<i>Gráfico 2.12 b.</i> Año 2003.....	120
Gráfico 2.13 Distribución por gases de las emisiones del grupo 4 (Sector Agrario)	121
<i>Gráfico 2.13 a.</i> Año 1990.....	121
<i>Gráfico 2.13 b.</i> Año 2003.....	121

Gráfico 3.1	Medidas y previsión de emisiones de CO ₂ por tipo de combustible fósil y región a nivel mundial	144
Gráfico 3.2	EU-15. EU-30	145
Gráfico 3.3	Consumo de energía primaria por fuentes para España (2003) y la Unión Europea (2001).....	146
Gráfico 3.4	Consumo de energía final por fuentes y sectores	149
Gráfico 3.5	Evolución de la estructura energética en Castilla y León 1993/2003	151
Gráfico 3.6	Comparación de la producción primaria de carbón nacional y en Castilla y León (1997-2003)	152
Gráfico 3.7	Mapa térmico y nuclear español	153
Gráfico 3.8	Evolución trimestral de la producción de energía bruta eléctrica y del consumo total (2004)	155
Gráfico 3.9	Emisión de toneladas equivalentes de CO ₂	161
Gráfico 3.10	Emisiones por combustible	163
Gráfico 3.11	Emisiones de origen térmico en Castilla y León de acuerdo a los combustibles utilizados: 1992 y 2004	164
Gráfico 3.12	Comparativa emisiones de CO ₂ por tipo de combustible de origen térmico para la provincia de León (1992-2004)	165
Gráfico 3.13	Comparativa emisiones de CO ₂ de origen térmico para la provincia de Palencia por tipo de combustible (1992-2004)	167
Gráfico 3.14	Estructura de los consumos de combustible para cogeneración en Castilla y León 2004	169
Gráfico 3.15	Distribución provincial consumos totales de combustibles en cogeneración para Castilla y León en 2004	169
Gráfico 3.16	Distribución provincial del total de emisiones de toneladas equivalentes de CO ₂ efectuadas por las instalaciones de cogeneración 2004	170
Gráfico 3.17	Potencia eólica instalada por CC. AA. en 2004	188
Gráfico 3.18	Distribución de la potencia instalada con CC.HH. entre 10 y 50 MW y < 10 MW	189

Gráfico 3.19	Evolución 2000-2010 de las energías renovables	192
Gráfico 3.20	Evolución de la energía generada en régimen especial	193
Gráfico 3.21	Empleo asociado a las energías renovables en Castilla y León.....	194
Gráfico 3.22	Distribución de asignaciones por empresa al PNA en Castilla y León (generación de carbón)	196
Gráfico 3.23	Emisiones en Castilla y León	208
Gráfico 3.24	Distribución por tipo de gas de las emisiones por combustión: 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO ₂).....	208
Gráfico 3.25	Distribución provincial de las emisiones por combustión: 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO ₂).....	209
Gráfico 3.26	Distribución provincial de las emisiones sin combustión. 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO ₂).....	210
Gráfico 3.27	Emisiones por combustión en el sector cementero de Castilla y León. (Toneladas equivalentes de CO ₂)	211
Gráfico 3.28	Distribución por tipo de gas de las emisiones por combustión. (Toneladas equivalentes de CO ₂)	212
Gráfico 3.29	Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas. Números índice. 1990 = 100	213
Gráfico 3.30	Emisiones sin combustión en el sector cementero de Castilla y León. Toneladas de CO ₂	214
Gráfico 3.31	Emisiones en Castilla y León.....	226
Gráfico 3.32	Distribución por tipo de gas de las emisiones. Vidrio. (Toneladas equivalentes de CO ₂)	226
Gráfico 3.33	Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas. Vidrio. Números índice. 1990 = 100	227
Gráfico 3.34	Emisiones generadas en actividades de combustión en el sector productor de Ladrillos y Tejas. (Toneladas equivalentes de CO ₂).....	234
Gráfico 3.35	Distribución por tipo de gas de las emisiones por combustión. Ladrillos y Tejas. (Toneladas equivalentes de CO ₂).....	235

Gráfico 3.36	Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas. Ladrillos y Tejas. (Números índice. 1990 = 100)	235
Gráfico 3.37	Distribución de la producción según tipos de papel y cartón. 2003. Porcentajes	241
Gráfico 3.38	Distribución de la producción europea de papel y cartón. 2003	243
Gráfico 3.39	Consumo de papel por habitante en España. (Kilogramos/año)	243
Gráfico 3.40	Potencia de cogeneración instalada. (MW)	244
Gráfico 3.41	Energía eléctrica cogenerada y consumida por el sector papelero. (GWh/año)	245
Gráfico 3.42	Distribución del consumo de combustibles en el sector papelero. (Porcentajes)	245
Gráfico 3.43	Papel recuperado reciclado en España. (Miles de toneladas/año)	247
Gráfico 3.44	Emisiones del sector Pasta de papel y Artes gráficas. España. (Miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	248
Gráfico 3.45	Distribución por gases de las emisiones totales	249
Gráfico 3.46	Ratio de las emisiones de CO ₂ con origen en la cogeneración sobre el total de emisiones del sector papelero español. (Porcentajes)	249
Gráfico 3.47	Distribución de la producción española de papel y celulosa. 2003. (Porcentajes)	250
Gráfico 3.48	Emisiones del Sector. (Toneladas equivalentes de CO ₂)	252
Gráfico 3.49	Distribución por tipo de gas de las emisiones. Pasta y Papel. (Toneladas equivalentes de CO ₂)	252
Gráfico 3.50	Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas. Pasta y Papel. (Números índice. 1990 = 100)	253
Gráfico 5.1	Emisiones GEI en el Sector Transporte en España. (Miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	296
Gráfico 5.2	Distribución por subsectores de las emisiones de GEI en el Sector Transporte en España. 2003. (Porcentajes)	296

Gráfico 5.3	Emisiones del Sector Transporte en Castilla y León. (Miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	299
Gráfico 5.4	Peso del Sector Transporte en las emisiones totales de Castilla y León. (Porcentajes)	300
Gráfico 5.5	Emisiones del Sector Transporte en Castilla y León por subsector. (Miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	300
Gráfico 5.6	Evolución de las emisiones del Sector Transporte en Castilla y León. (Números índice 1990 = 100)	301
Gráfico 5.7	Emisiones del Transporte por Carretera en Castilla y León. (Miles de toneladas equivalentes de CO ₂)	302
Gráfico 5.8	Distribución de las emisiones del Transporte por Carretera según categoría de vehículo. (Porcentajes sobre las emisiones totales del subsector).....	302
Gráfico 5.9	Distribución de las emisiones del Transporte por Carretera por tipo de gas. Toneladas equivalentes de CO ₂ . 2003	303
Gráfico 5.10	Evolución de las emisiones del Transporte por Carretera según tipo de gas. (Números índice 1990 = 100)	303
Gráfico 5.11	Evolución de las emisiones de los Turismos según tipo de gas. (Números índice. 1990 = 100)	304
Gráfico 5.12	Evolución de las emisiones de los Vehículos Pesados, Ligeros y Autobuses según tipo de gas. (Números índice 1990 = 100)	304
Gráfico 5.13	Participación de cada categoría de vehículo en las emisiones de N ₂ O. Porcentaje sobre emisiones totales de N ₂ O del Transporte por Carretera	305
Gráfico 5.14	Participación de cada categoría de vehículo en las emisiones de CO ₂ . Porcentaje sobre emisiones totales de CO ₂ del Transporte por Carretera	305
Gráfico 5.15	Participación de cada categoría de vehículo en las emisiones de CH ₄ . Porcentaje sobre emisiones totales de CH ₄ del Transporte por Carretera.	306

Gráfico 5.16	Emisiones del Transporte por Carretera en Castilla y León por categoría de vehículo. (Toneladas equivalentes de CO ₂).....	311
Gráfico 5.17	Distribución de las emisiones del Transporte por Carretera según la categoría de vehículo. (Porcentajes).....	313
Gráfico 5.18	Emisiones totales del Transporte por Carretera por provincias. (Toneladas equivalentes CO ₂)	313
Gráfico 5.19	Distribución provincial de las emisiones totales del Transporte por Carretera. (Porcentajes)	314
Gráfico 5.20	Distribución de la superficie según grandes usos y aprovechamientos. España, 2002	338
Gráfico 5.21	Evolución de las emisiones españolas por sectores en 2002 respecto al año base.....	339
Gráfico 5.22	Fuentes de emisión de origen agrario. España, 2001	341
Gráfico 5.23	Distribución de la superficie de cultivos herbáceos de Castilla y León. 2003	344
Gráfico 5.24	Emisiones de metano por tipo de ganado	348
Gráfico 5.25	Estimación de la reducción de emisiones de CO ₂ a través de la agricultura de conservación en la UE-15	360
Gráfico 5.26	Superficie a construir de nueva planta (miles m ²). Año 2004	364
Gráfico 5.27	Distribución porcentual de los distintos gases en los años 1990 y 2003 en Castilla y León	366
Gráfico 5.28	Números índice. Año base 1990	366
Gráfico 5.29	Residuos per cápita y día en la UE-15.....	378
Gráfico 5.30	Tratamiento de residuos	379
Gráfico 5.31	Emisión de CH ₄	380
Gráfico 5.32	Valor absoluto de las emisiones de GEI del Sector Residuos (Mt equivalentes 2e CO ₂)	381
Gráfico 5.33	Peso relativo del Sector Residuos en el total de emisiones de GEI (CO ₂ equivalente)	381
Gráfico 5.34	Desglose de las emisiones del grupo 6 (Residuos) por fuentes (%) Unión Europea-15.....	383

Gráfico 5.35	Desglose de las emisiones del grupo 6 (Residuos) por fuentes (%) España	383
Gráfico 5.36	Desglose de las emisiones del grupo 6 (Residuos) por fuentes (%) Castilla y León	383
Gráfico 5.37	Evolución de las emisiones por fuentes (1990-2003) (%) UE-15	384
Gráfico 5.38	Evolución de las emisiones por fuentes (1990-2003) (%) España	384
Gráfico 5.39	Evolución de las emisiones por fuentes (1990-2003) (%) Castilla y León	384

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.1	Emisiones mundiales de dióxido de carbono per capita y por unidad de PIB.....	43
Figura 4.1	Ciclo del carbono	268
Figura 4.2	Flujos entre el carbono orgánico del suelo y la atmósfera.....	271



1. El cambio climático y El Protocolo de Kioto

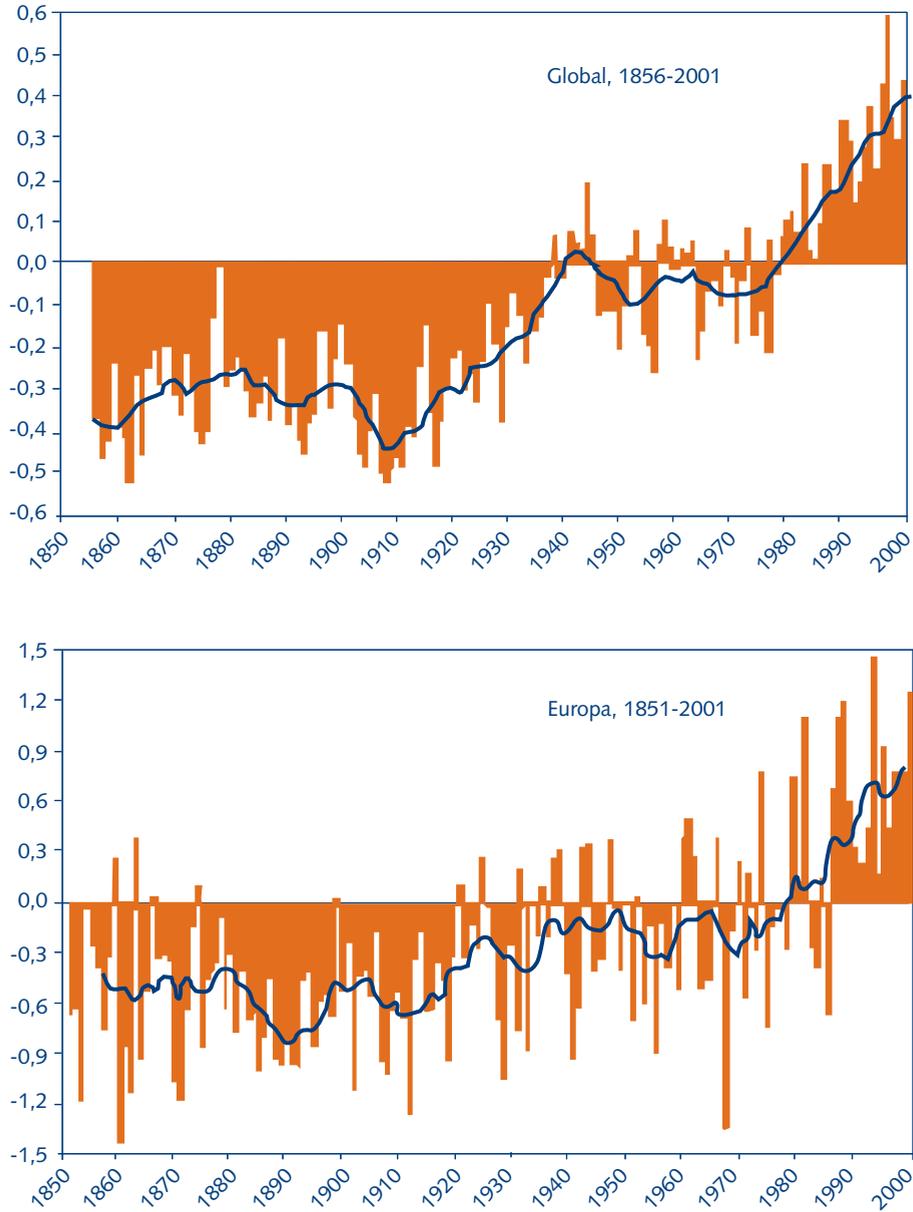
1.1 El Problema

Parece fuera de duda, ya que así lo ponen de manifiesto los datos, que estamos inmersos en un proceso de calentamiento de la tierra¹. Si bien es cierto que hay discrepancias e incertidumbres al respecto, cada vez parece haber más consenso sobre la importancia de la acción humana en dicho calentamiento y cada vez parece más evidente que dicha acción se concreta, sobre todo, en la utilización de combustibles fósiles.

La creación en 1988 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Agencia especializada de Naciones Unidas con el cometido de realizar evaluaciones periódicas del conocimiento sobre el cambio climático y sus consecuencias, ha resultado decisiva para la consecución de dicho consenso. Los tres Informes de Evaluación publicados en 1990, 1995 y 2001, respectivamente, han logrado convencer a la mayoría de los Gobiernos y a la opinión pública de la gravedad del problema. Es más, hoy día se reconoce que el problema del Cambio Climático es “uno de los problemas más graves a los que se enfrenta la humanidad”². La diferencia de este problema medioambiental sobre otros es que los efectos de las emisiones de los llamados “gases de efecto invernadero” (GEI) sobre el Cambio Climático son independientes del lugar geográfico en que se produce la emisión y abarcan al conjunto del planeta, es decir, se trata de un problema global.

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC confirma para el pasado siglo xx un aumento de las temperaturas, un aumento de la frecuencia de fenómenos climáticos extremos, retroceso de los glaciares y subida del nivel del mar, y presenta “evidencias nuevas y más poderosas” de que el calentamiento observado en los últimos 50 años es debido a las actividades humanas. Como previsiones para el siglo xxi, se estima que se producirá un aumento de las temperaturas entre 1,4 y 5,8° C durante el período 1990-2100, un crecimiento del nivel del mar entre 9-88 cm. durante el período 1990-2100, un cambio en la distribución de las precipitaciones, un endurecimiento de las sequías, en particular en el Sur de Europa y una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos.

Gráfico 1.1 Desviaciones observadas de la temperatura, comparada con la media anual 1960-1990 (Global y Europea). °C



Fuente: AEMA

En enero de 2001, un estudio realizado por la Universidad de Oxford, publicado en la revista Nature, concluye que las emisiones de CO₂ podrían tener efectos aún más dramáticos sobre el clima de lo que se pensaba: La temperatura media podría aumentar 11 grados, incluso si el CO₂ de la atmósfera se limita a los niveles que se espera alcanzar en 2050.

El mayor escepticismo sobre las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero se ha producido, desde hace años, entre científicos estadounidenses, algunos de ellos Premios Nobel. Para la comunidad científica internacional, que aquéllos consideran catastrofista, resulta, sin embargo, sospechoso el apoyo que esas ideas menos pesimistas encuentran en algún lobby petrolero (resulta conocido el caso de la llamada Coalición Climática Global durante la década de los 90).

No obstante, en EE.UU., en octubre de 2004, un informe del Congreso, presentado por James Mahoney, representante gubernamental, afirmaba que las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero son la única explicación para el calentamiento global de las últimas décadas.

El informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) titulado "Impactos del Cambio climático en Europa" (agosto 2004) asegura que los cambios actuales no responden a variaciones naturales y considera a las actividades humanas responsables del calentamiento global de estas últimas décadas.

Según la AEMA, desde principios del siglo xx la temperatura de la tierra ha aumentado 0,7 ° C y la europea 0,95. La década de los noventa fue la más calurosa, habiéndose producido un cambio absolutamente inusual que supera, con mucho, las variaciones climáticas de los últimos 1.000 años.

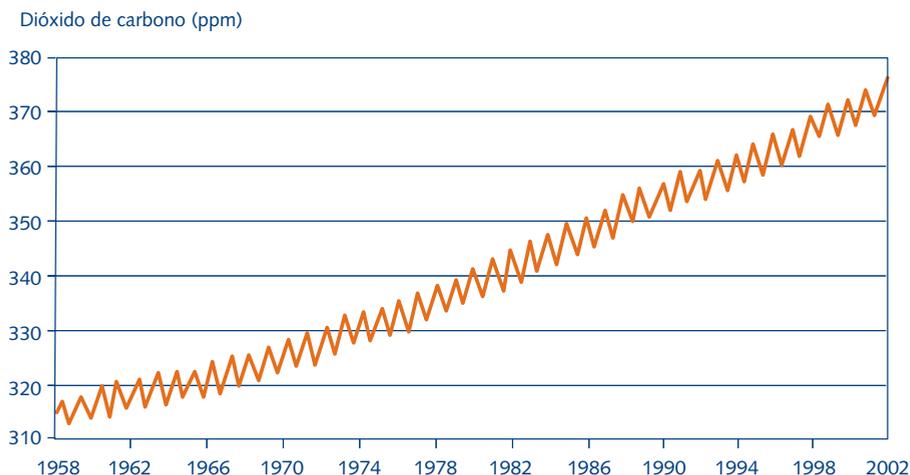
Los cambios naturales podrían explicar una parte del calentamiento que afecta a la Tierra. El resto se debe, según el informe, a las actividades del ser humano, más concretamente, a la intensa emisión de gases de efecto invernadero.

El informe muestra las consecuencias que el Cambio Climático está teniendo en distintos ámbitos, como la atmósfera, la nieve, los mares, la biodiversidad terrestre, el agua, la agricultura, la economía y la salud humana.

Según la AEMA, para 2100 la temperatura subirá en Europa entre 1,4 y 5,8 ° y entre 2 y 6,3 ° C en la Tierra. Cuanto más al sur, el cambio de temperatura será mayor (ribera mediterránea y Portugal), mientras que en zonas como el norte de Escocia o Islandia el termómetro subirá una media de 1,4 °C. Entre las zonas que mayor cambio sufrirán se encuentra la Península Ibérica. Durante los próximos decenios se prolongará la tendencia ya observada de reducción de las precipitaciones de lluvia en el viejo Continente, en especial en la zona Sur y Suroeste. El volumen de agua que los ríos del sur de Europa verterán cada año al mar se reducirá

a la mitad a lo largo de este siglo. Ocho de las nueve regiones glaciares de Europa están en retroceso. Entre 1850 y 1980 los Alpes perdieron un tercio de su superficie helada y la mitad de su masa de hielo.

Gráfico 1.2 Curva de Keeling del CO₂ atmosférico de Mauna Loa, en Hawai



Fuente: CMNUCC (2004)

El diario británico *The Guardian* (11/10/04) publicó las últimas cifras de la concentración de CO₂ en la atmósfera y destacó el inusual aumento de más de dos unidades por millón de partículas (ppm) por año durante dos años consecutivos (entre 2001 y 2002 y entre 2002 y 2003). Los datos de CO₂ en la atmósfera son registrados en la cima del monte Mauna Loa, en Hawai, desde 1958, por los servicios de Charles Keeling, un científico norteamericano de 74 años. Según el investigador sólo 4 hasta ahora (1973, 1988, 1994 y 1998) habían conocido alzas de concentración de CO₂ de más de 2 ppm y cada vez se trató de años marcados por el fenómeno de El Niño. Entre 2001 y 2002 el número de partículas por millón de CO₂ pasó de 371,02 a 373,10. Posteriormente, en 2003 aumentó a 375,65. Según Keeling "esta subida es nueva" y cree que la explicación sería el debilitamiento de la capacidad de la tierra, la vegetación y los mares para absorber el exceso de dióxido de carbono.

El Proyecto de la Unión Europea PRUDENCE fue una iniciativa científica que comenzó en 2001 y concluyó en 2004. En él participaron 21 grupos de investigación de nueve países europeos, a los que se sumaron otros de modo informal. Fue coordinado por H. Christansen, del Instituto Meteorológico de Dinamarca. El objetivo era

analizar diez modelos regionales diferentes de predicción climática. Estos modelos se sustentan en dos grandes modelos globales (uno británico y otro alemán) que aportan a las simulaciones regionales la información imprescindible sobre la evolución del clima. Las previsiones se establecen a escala de 50 Km.

De las conclusiones del Programa se puede destacar que España será la zona más afectada del continente por el calentamiento global. Las temperaturas podrían aumentar hasta finales de siglo 6 ° C en verano y se produciría una disminución de las precipitaciones a lo largo de todo el año, pero sobre todo en primavera y en verano. Las alteraciones que esto induciría en la agricultura, en los ecosistemas, en los recursos hídricos o en actividades socio-económicas como el turismo serían serias.

Más recientemente (febrero de 2005) en la cumbre "Avoiding Dangerous Climate Change", celebrada en Exeter (R.U.), a la que asistieron más de 200 científicos, se dio un toque de atención sobre cinco señales de que el Cambio Climático se está produciendo:

- **La temperatura sube** (nueve de los doce últimos años han sido de los más cálidos desde que hay mediciones fiables de temperaturas).
- **El hielo se funde:** si el IPCC había considerado en su Tercer Informe de Evaluación en 2001 que la Antártida no contribuiría demasiado a elevar el nivel del mar, el director del British Antarctic Survey, Chris Rapley anunció en la Cumbre que masas de hielo que se creían estables comienzan a desintegrarse. El 75% de los más de 400 glaciares de la península antártica están en regresión, según un estudio que presentó. Cada año 250 millones de m³ se hielo se desprenden y caen al mar.
- **El mar sube:** el nivel del mar ha subido entre 1 y 2 milímetros al año durante el último siglo. En Europa el nivel del mar crece actualmente entre 0,8 y 3 milímetros al año, según la Agencia Europea de Medio Ambiente, la cual afirma que el ritmo de crecimiento se duplicará como mínimo.
- **El coral se muere:** los océanos actúan como sumidero de CO₂, absorbiendo prácticamente la mitad de las emisiones. El problema está en que esa absorción acidifica el agua. Según científicos del Laboratorio Marino de Plymouth (EE.UU.) la acidificación observada no se había producido en 20 Mill. de años. Aunque los efectos sobre el ecosistema de la acidificación son difíciles de predecir, se considera que supone una amenaza para los corales.
- **Las aves cambian su ritmo:** 61 estudios presentados por el científico de la "Royal Society for the Protection of Birds", en Exeter, confirman que se ha adelantado 5,1 días la puesta de huevos, sobre todo en los países del norte. Por otro lado, muchas especies comienzan a desplazarse hacia el norte.

En la Conferencia sobre Cambio Climático COP(10) celebrada en Buenos Aires en diciembre de 2004, se presentó un documento en el que se describen cinco escenarios de futuro como consecuencia del Cambio Climático:

- En las regiones polares las temperaturas seguirán ascendiendo, provocando la fragmentación de los casquetes de hielo y la extinción progresiva de la fauna. Como los polos influyen sobre el clima se acentuará el efecto invernadero.
- En cuanto al régimen de precipitaciones, se prevé una disminución drástica de las lluvias en los países de la Cuenca Mediterránea, Asia Central, Australia y gran parte de África. En cambio, los países de Suramérica que limitan con el Océano Pacífico sufrirán inundaciones y en el Caribe será cada vez mayor la intensidad de los huracanes.
- En el ámbito de los ecosistemas, un sinnúmero de aves, anfibios, reptiles e incluso hongos deberán adaptarse o desaparecerán.
- Elevación del nivel del mar. Durante el siglo xx el nivel de mar subió entre 12 y 20 cm. Como consecuencia del derretimiento de los hielos polares esta tendencia se incrementará, amenazando especialmente a las poblaciones de las islas del Pacífico Sur occidental.
- Los ciclos de calor y frío, lluvias y sequía, sumadas al incremento de la contaminación atmosférica, afectan a la salud de la población mundial, a causa de las enfermedades pulmonares, aparición de nuevos virus.

El día 15 de febrero de 2005, víspera de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto, la Ministra de Medio Ambiente, Cristina Narbona y José Manuel Moreno, Catedrático de Ecología de la Universidad de Castilla-La Mancha y Coordinador del trabajo, presentaron el estudio sobre los impactos en España del Cambio Climático encargado por el anterior Gobierno y firmado por más de 50 científicos de 16 universidades, 7 centros del CSIC, 9 organismos públicos de investigación y empresas privadas, en el que han trabajado casi 400 expertos españoles y extranjeros.

La conclusión final es que España es uno de los países más vulnerables al Cambio Climático, corroborando lo ya advertido por el IPCC y por la AEMA.

El estudio se ha elaborado considerando dos escenarios de concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera para el año 2100. El primero menos pesimista supone una concentración de 760 partes por millón de CO₂, resultado de aumentar al doble las emisiones actuales y el segundo más pesimista de 850 ppm, resultado de un aumento del 120% de las emisiones.

Las consecuencias, de acuerdo con estos escenarios, sería que en España las temperaturas aumentarían en el interior de la Península entre 5 y 7 grados en verano y entre 3 y 4 en invierno, dos grados menos en la periferia de la Península y en

Baleares y tres grados menos en verano y dos en invierno en Canarias, en el escenario más pesimista y un grado menos en el escenario menos pesimista.

En cuanto a las precipitaciones, los cambios serían más heterogéneos: en invierno es previsible que aumenten en el noroeste y disminuyan en el sureste, aunque en verano el descenso es "máximo" en todo el territorio excepto en Canarias. Como consecuencia, los recursos hídricos podrían haber disminuido un 22% en 2100, con un impacto muy importante en las cuencas que hoy día tienen déficit crónico, como las del Segura, Júcar, Guadalquivir, Guadiana, Canarias, Sur y Baleares.

Las aguas marinas, sin embargo, elevarían en todo el mundo su nivel entre 10 y 68 cm., como consecuencia del deshielo gradual de los polos y de los hielos continentales. En España el estudio considera que la subida podría ser de 50 cm. en el mejor de los casos y de un metro en el más pesimista. Como consecuencia se produciría la pérdida de numerosas playas, sobre todo en el Cantábrico, y la inundación de zonas bajas, como el Delta del Ebro, Llobregat, Manga del Mar Menor y costa de Doñana.

El estudio pone de manifiesto que el Cambio Climático afectará a los ecosistemas de la región atlántica y a los de la región mediterránea. El calentamiento afectará a plantas y a animales. La alteración de los ecosistemas tendrá consecuencias sobre el abastecimiento de agua, la agricultura, la pesca y el turismo.

Los riesgos naturales, lógicamente, se elevarían, citándose crecidas fluviales, mayor inestabilidad de las laderas, aumento del riesgo de incendios forestales.

Por último, se hace referencia a los efectos sobre la salud humana de los cambios bruscos de temperatura y se considera previsible un aumento de enfermedades hasta ahora propias de países con temperaturas más cálidas (malaria, dengue, etc.).

1.2 La causa del problema: las emisiones de gases de efecto invernadero

La responsabilidad que los distintos gases de efecto invernadero tienen sobre el calentamiento de la tierra se estima en:

- 55% para el dióxido de carbono (CO₂) producido por la combustión de combustibles fósiles (77%) y deforestación (23%).
- 24% para los clorofluoros carbonos (CFC) y gases afines (HHFC y HCFC) liberados en distintos usos industriales: refrigeradores, aerosoles de espuma, solventes, así como por la agricultura intensiva.
- 15% para el metano (CH₄) producido por la minería del carbón, fugas de gas, deforestación, respiración de plantas y suelos por efectos del calentamiento global y por la fermentación entérica.

- 6% para el óxido nitroso generado por los agricultores y el sector forestal intensivos, la quema de biomasa, el uso de fertilizantes y la quema de combustibles fósiles.

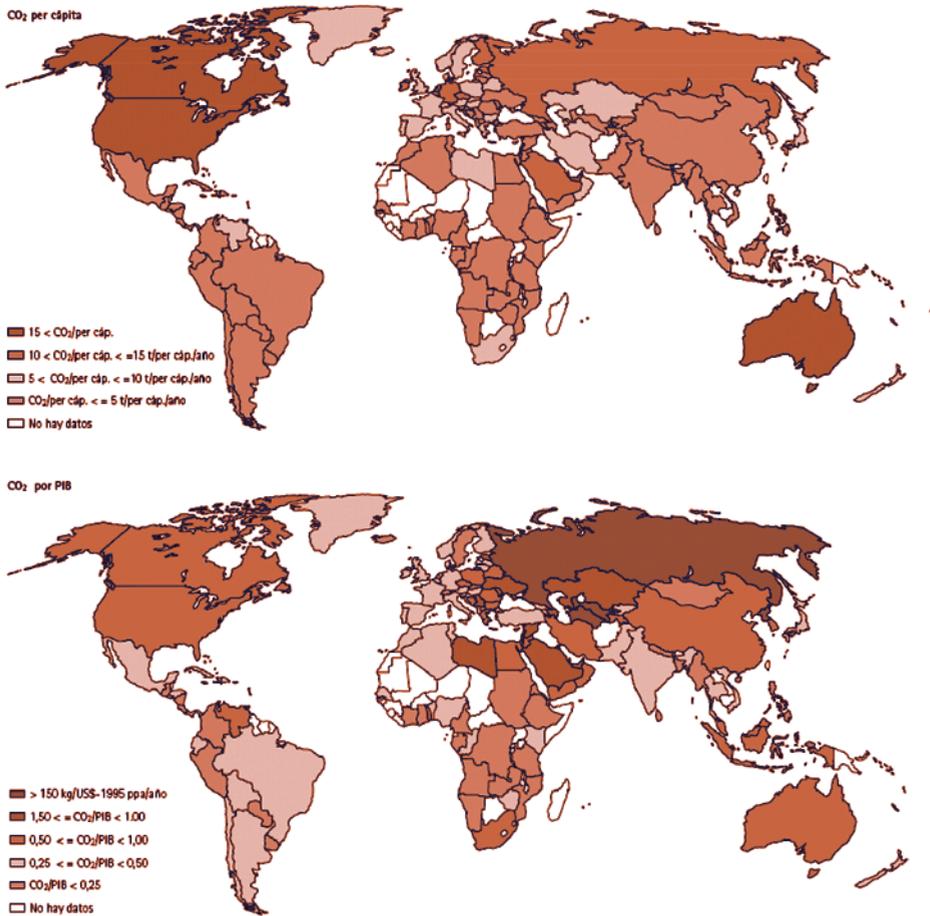
La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha crecido en las últimas décadas de forma alarmante, como puede verse en el Gráfico 1.2, alcanzando las 380 partes por millón.

La responsabilidad de la emisión de los gases de efecto invernadero se reparte de la siguiente forma:

1.2.1 SITUACIÓN INTERNACIONAL

En la Figura 1.1 ofrecemos dos mapas mundi en los que puede apreciarse la distribución mundial de las emisiones de CO₂, en el año 2001, en primer lugar per cápita y en segundo lugar por PIB. La elección de una u otra ratio es importante a la hora de asignar responsabilidades. Por ejemplo, EE.UU. que siempre es citado como el país más contaminador, lo es en valor absoluto y en términos per cápita, pero no lo es, como puede verse, por PIB, mientras que los antiguos países pertenecientes al Pacto de Varsovia, que aparecen con bajos niveles de emisión per cápita, tienen, sin embargo, altos niveles de emisión si se tiene en cuenta su PIB.

Figura 1.1 Emisiones mundiales de dióxido de carbono per capita y por unidad de PIB



Fuente: CMNUCC (2004)

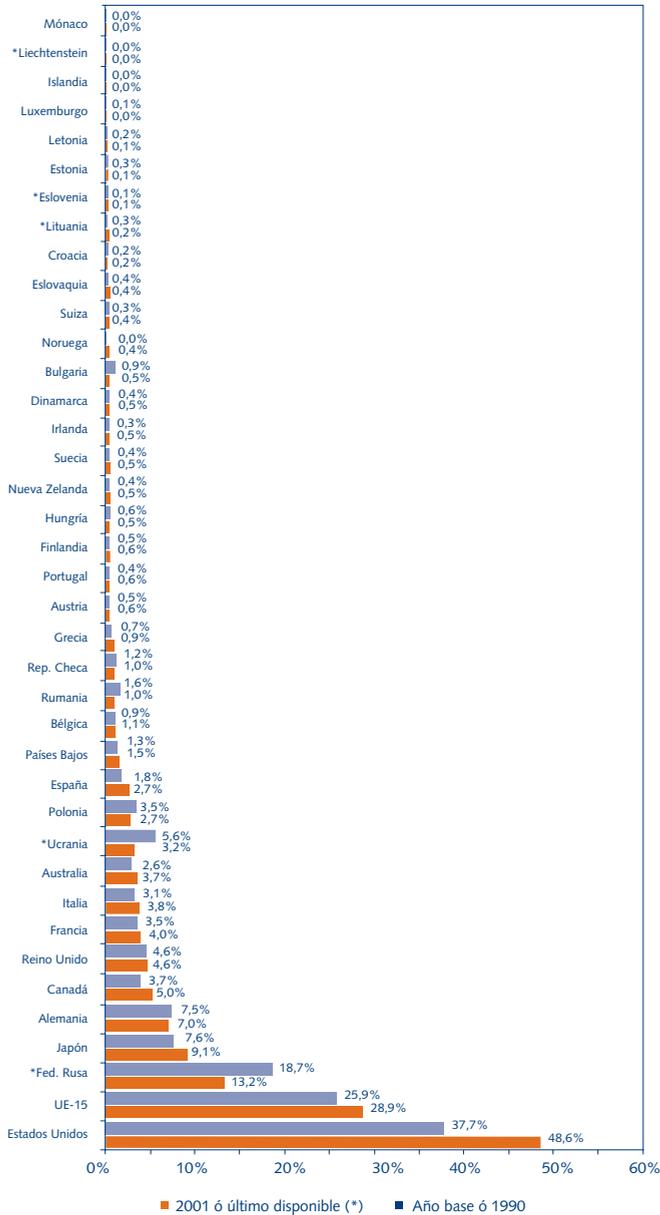
Los dos diagramas de barras que figuran a continuación muestran lo siguiente: el primero el valor absoluto de las emisiones de los países desarrollados o con economía en transición en 2001 (o último año disponible) y en el año base (1990); el segundo los valores relativos o contribución de cada uno de los mencionados países al total de los países a los que pertenece, en los dos periodos señalados.

Gráfico 1.3 Emisiones totales de cada país desarrollado o con economía en transición en el último año disponible y el año base



Fuente: *Ministerio de Medio Ambiente. Oficina Española de Cambio Climático*

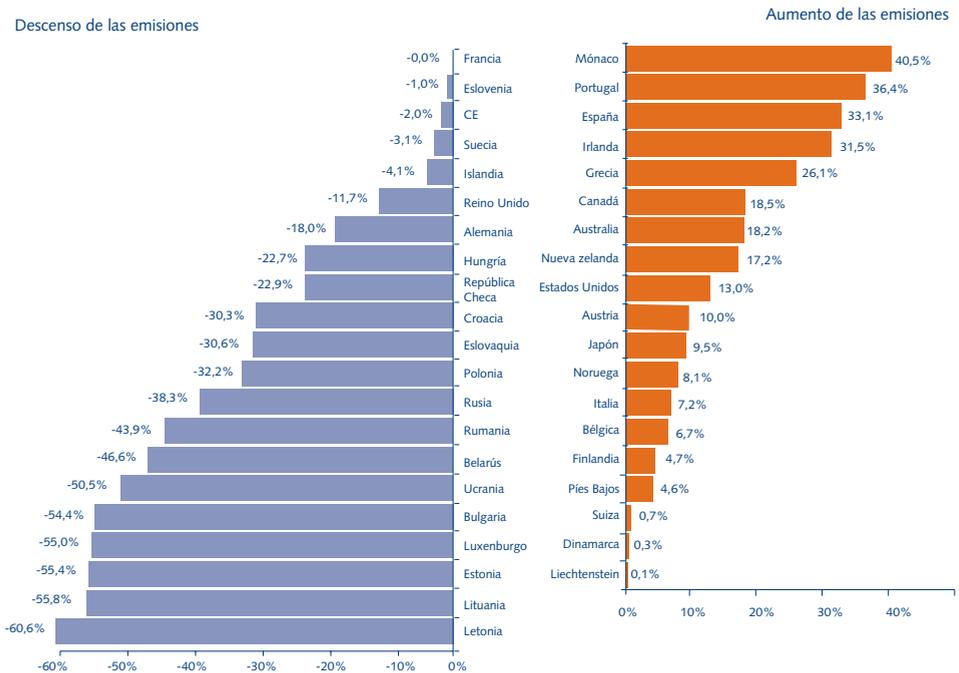
Gráfico 1.4 Contribución de cada país desarrollado o con economía en transición al total de las emisiones de estos países en el último año disponible



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Oficina Española de Cambio Climático

Como puede verse, sólo los EE.UU. y la Unión Europea-15 en el último año emitían el 77,5% del total del conjunto de esos países, habiendo aumentado respecto a 1990 en que su participación era del 63,6%. La Federación Rusa disminuyó sus emisiones en ese periodo, debido, como es sabido, al desmantelamiento de una industria obsoleta y muy contaminante, que se produjo tras la caída del régimen soviético. Lo mismo ocurrió, como puede verse, en los demás países del Pacto de Varsovia.

Gráfico 1.5 Cambios en las emisiones de gases de efecto invernadero de las Partes incluidas en el Anexo I, 1990-2001



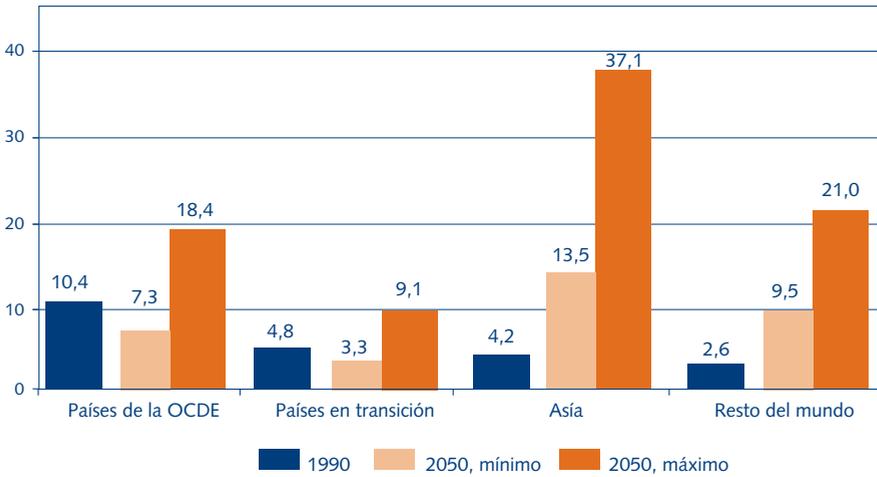
Fuente: CMNUCC (2004)

Si se desea conocer, concretamente, la evolución de las emisiones, en el caso de los países que adquirieron compromisos de reducción de emisiones para el 2012 (incluidos en el Anexo I del Protocolo), puede verse en el Gráfico 1.5 dicha evolución. Obsérvese que España estaba en 2001 en tercer lugar entre los que han aumentado sus emisiones (un 33,1%, cuando tiene el compromiso de no aumentarlas más del 15% en 2012). A finales de 2004 dicho aumento ya alcanzaba el 45%.

Entre los que han reducido sus emisiones están, por las razones que ya hemos explicado, los países que formaron parte del Pacto de Varsovia.

El siguiente gráfico ofrece la situación en 1990 y la previsión más optimista y más pesimista para 2050 por grandes regiones económicas mundiales. Llama la atención la previsión de enorme crecimiento en Asia, tema del que se habla continuamente en la actualidad, mirando hacia China, India e Indonesia.

Gráfico 1.6 Emisiones efectivas y proyectadas de dióxido de carbono, desglosadas por región. (Miles de millones de toneladas de CO₂)



Fuente: CMNUCC (2004)

En el último año, con motivo del fuerte encarecimiento del precio del petróleo, se ha mencionado, entre las causas, el elevado incremento en la demanda de productos petrolíferos que se está produciendo en China en los últimos años, coincidiendo con las muy altas tasas de crecimiento que tiene ese país. Desde la perspectiva de la lucha contra el Cambio Climático, se está poniendo en tela de juicio la pertinencia de la filosofía aplicada en Kioto de que, puesto que históricamente el problema de las altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera ha sido provocado por los países desarrollados, han de ser éstos los que hagan inicialmente el esfuerzo para paliarlo, no coartando, de esta manera, las posibilidades de los países en desarrollo. Se pone en duda la utilidad del Protocolo de Kioto y el consiguiente esfuerzo de los países desarrollados, si países como China o India van a compensar negativamente ese esfuerzo con el fuerte crecimiento de sus emisiones.

Naturalmente, existen argumentos de uno y otro tipo. Por un lado, aunque sucediera lo indicado en el párrafo anterior, no deja de ser cierto que la situación sería peor si los países desarrollados no hicieran el esfuerzo. Otro argumento es el de la legitimidad histórica. Los países en desarrollo tienen legítimamente el derecho a desarrollarse (además sus niveles de emisión de CO₂ equivalente por habitante son muchísimo más bajos que los de los países desarrollados) y los países desarrollados, que han producido la situación actual deben iniciar el proceso de solucionarlo o al menos paliarlo.

Pero, sobre todo, hay que ver si la situación es como parece o no. Pongamos, por ejemplo, el siempre repetido caso de China.

Efectivamente, China está aumentando su demanda de productos petrolíferos a tasas de más del 16% al año, de lo cual suele deducirse que sus emisiones de CO₂ aumentan, cosa que no es cierta. China ha venido teniendo una dependencia del carbón en la oferta energética de casi el 80% y en los últimos años lo está sustituyendo por derivados del petróleo y gas, lo cual rompe la lógica de que la mayor demanda de petróleo significa que está contaminando más. China ratificó el Protocolo de Kioto en 2002, no es país Anexo I, por lo que no está sometida a sus obligaciones, pero está llevando a cabo políticas de reducción de la contaminación que están siendo reconocidas por los organismos internacionales pertinentes.

India, que tampoco está obligada por el Protocolo de Kioto a reducir sus emisiones, lo ratificó en Agosto de 2002. Se estima que sus emisiones han crecido un 50% en la década de los 90, a pesar de que su Gobierno reconoce la especial vulnerabilidad de su país a las consecuencias del Cambio Climático y de que su declaración de intenciones es la de hacer compatible el crecimiento económico con una mayor eficiencia energética y, por tanto, con la colaboración en la solución del problema.

Los datos de emisiones de los grandes países en desarrollo pueden verse en el cuadro siguiente:

Cuadro 1.1 Emisiones de los grandes países en desarrollo

País	Emisiones	Año	Cantidad	Fuente
Brasil	Emisiones anuales de carbono (Energía y relacionados)	2000	91 Mt.	Banco Mundial
China	Emisiones anuales de carbono (Energía y cemento)	2000	848 Mt.	OCDE
India	Emisiones anuales de carbono (Energía y cemento)	1998	290 Mt.	Banco Mundial
Turquía	Emisiones anuales de carbono (Energía y cemento)	2000	62 Mt.	Banco Mundial
México	Emisiones anuales de carbono	1996	187 Mt.	OCDE

Fuente: Tomado de PEW Center on Global Climate Change (2002)

1.2.2 SITUACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA-15 Y 25

El Cuadro nº 1.2 que se ofrece a continuación resume muy claramente la situación. El Cuadro muestra las emisiones de cada país, tanto en el año base (1990) como en 2003, último del que la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) ofrece datos, la variación del 2003 respecto a 2002 y respecto al año base y los compromisos adquiridos por la UE en su conjunto y por cada país (en virtud del reparto de la carga). En la última fila aparecen los agregados referidos a la UE-15.

Cuadro 1.2 Emisiones de GEI y objetivos del Protocolo de Kyoto para el periodo 2008-2012. (En equivalentes de CO₂ y excluido LUCF)

Estado Miembro	1	2	3	4	5
Alemania	1.248,3	1.017,5	0,2%	-18,5%	-21,0%
Austria	78,5	91,6	5,9%	16,6%	-13,0%
Bélgica	146,8	147,7	1,6%	0,6%	-7,5%
Chipre	6,0	9,2	5,3%	52,6%	
Dinamarca	69,6	74,0	7,3%	6,3%	-21,0%
Eslovaquia	72,0	51,7	-1,3%	-28,2%	-8,0%
Eslovenia	20,2	19,8	-1,2%	-1,9%	-8,0%
España	286,1	402,3	0,9%	40,6%	15,0%
Estonia	43,5	21,4	9,7%	-50,8%	-8,0%
Finlandia	70,4	85,5	10,8%	21,5%	0,0%
Francia	568,0	557,2	0,7%	-1,9%	0,0%
Gran Bretaña	751,4	651,1	1,1%	-13,3%	-12,5%
Grecia	111,7	137,6	3,1%	23,2%	25,0%
Holanda	213,1	214,8	0,6%	0,8%	-6,0%
Hungría	122,2	83,2	3,0%	-31,9%	-6,0%
Irlanda	54,0	67,6	-2,6%	25,2%	13,0%
Italia	510,3	569,8	2,7%	11,6%	-6,6%
Letonia	25,4	10,5	-0,9%	-58,5%	-8,0%
Lituania	50,9	17,2	-12,1%	-66,2%	-8,0%
Luxemburgo	12,7	11,3	4,3%	-11,5%	-28,0%
Malta	2,2	2,9	-0,5%	29,1%	

Continúa en página siguiente

Estado Miembro	1	2	3	4	5
Polonia	565,3	384,0	3,7%	-32,1%	-6,0%
Portugal	59,4	81,2	-5,3%	36,7%	27,0%
Rep. Checa	192,1	145,4	1,8%	-24,3%	-8,0%
Suecia	72,3	70,6	1,5%	-2,4%	4,0%
EU-15	4.252,5	4.179,6	1,3%	-1,7%	-8,0%

1. Año base⁽¹⁾ (mill. toneladas) • 2. 2003 (mill. toneladas) • 3. Diferencia 2002-2003%
 4. Diferencia Año base-2003 (%) • 5. Objetivo 2008-12 del Protocolo de Kyoto y reparto de la carga en EU (%)

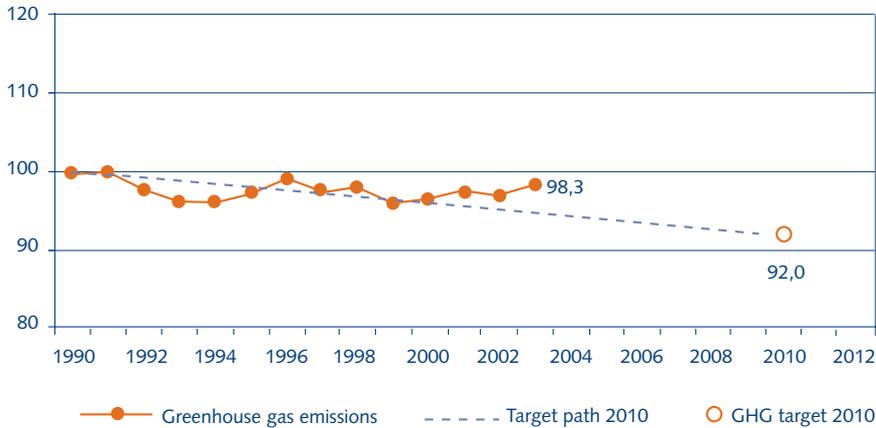
⁽¹⁾ El año base para el CO₂, CH₄ y N₂O es 1990. Para los gases fluorinados, 13 Estados miembros han seleccionado 1995 como año base, mientras que Finlandia y Francia han escogido 1990. Como el inventario europeo es la suma de los inventarios nacionales, las estimaciones de la UE de las emisiones de gases fluorinados en el año base son las suma de las emisiones de 13 Estados miembros en 1995 más las emisiones de Finlandia y Francia en 1990.

Fuente: AEMA (2005c)

Como puede verse, comparando la penúltima columna con la última, en 2003, la UE había conseguido solamente una reducción del 1,7% en sus emisiones, lejos del objetivo del 8% y, entre los países, la mayor desviación respecto a los compromisos se daba en España que había aumentado ya en 2003 un 40,6%, cuando se supone que en 2012 tiene que haber aumentado solamente un 15%.

El gráfico 1.7 muestra la evolución de las emisiones del conjunto de la UE-15 correspondiente a los datos del cuadro anterior (de ahí que el índice en 2003 sea el 98,3, respecto al valor 100 del año base, ya que, como hemos dicho, se produjo una reducción de emisiones del 1,7%) y la proyección al periodo 2008- 2012 en el que, como media, el índice debería ser 92 (ya que el objetivo es una reducción del 8%).

Gráfico 1.7 Emisiones GEI (GHG) 1990-2003 en la UE-15 y comparación con el objetivo 2008-2001 (excl. LUCF). (Números índice 1990 = 100)



La senda de línea hacia el objetivo no pretende ser una aproximación a las tendencias emisoras pasadas y futuras. Proporciona una medida de cuán cerca se sitúan las emisiones de la UE-15 en 2003 a una reducción lineal de emisiones desde 1990 hasta el objetivo de Kyoto 2008-12, suponiendo que sólo se utilizarán medidas nacionales. Por lo tanto, no es una medida de (posible) cumplimiento de la UE-15 con sus compromisos, pero pretende evaluar su volumen de emisiones en 2003.

Los datos de emisiones totales no incluyen las emisiones y los ahorros por cambio del uso de la tierra y la silvicultura. No se han tenido en cuenta ajustes por variación de temperatura ni comercio de electricidad.

Fuente: AEMA (2005c)

Con objeto de proporcionar información más detallada que permita conocer con mayor profundidad las emisiones en la UE-15 y, dentro de ella, en España, a continuación se ofrecen una serie de cuadros y gráficos que consideramos muy significativos:

- La distribución anual (hasta 2003) del conjunto de las emisiones de la UE por las principales fuentes de emisión (cuadro 1.3).
- La distribución anual del conjunto de las emisiones de la UE por gases (cuadro nº 1.4).
- Las emisiones per cápita y por PIB por países en el año base (1990) y en el 2003 (Gráficos nos 1.8 y 1.9).

Cuadro 1.3 Emisiones GEI europeas por principales fuentes de emisión. 1990-2003. (millones de toneladas equivalentes de CO₂)

UE-15							
Fuentes emisora y Sumideros de GEI	1	2	3	4	5	6	7
Año base	3.310	328	10	462	-223	141	1
1990	3.310	313	10	462	-223	141	1
1991	3.344	301	10	449	-270	142	1
1992	3.273	292	10	442	-262	141	1
1993	3.222	283	10	433	-262	140	1
1994	3.203	302	10	436	-265	137	1
1995	3.235	313	10	437	-261	133	1
1996	3.316	315	10	440	-278	130	1
1997	3.253	320	10	442	-278	124	1
1998	3.292	298	10	440	-276	120	1
1999	3.264	265	10	437	-294	114	1
2000	3.280	266	10	435	-283	109	1
2001	3.347	259	9	426	-307	104	1
2002	3.339	258	9	420	-329	99	1
2003	3.393	265	9	414	-307	97	1

1. Energía • 2. Procesos Industriales • 3. Uso de disolventes y otros productos • 4. Sector Agrario
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura • 6. Residuos • 7. Otros

UE-25							
Fuentes emisora y Sumideros de GEI	1	2	3	4	5	6	7
1990	4.123	351	12	547	-310	178	1
1991	4.113	331	11	524	-358	176	1
1992	4.003	321	11	509	-353	177	1
1993	3.931	311	11	493	-354	173	1
1994	3.910	332	10	494	-354	171	1
1995	3.914	344	11	494	-351	167	1
1996	4.023	345	11	496	-370	160	1
1997	3.948	354	11	497	-364	154	1

Continúa en página siguiente

Fuentes emisora y Sumideros de GEI	1	2	3	4	5	6	7
1998	3.944	333	11	493	-346	154	1
1999	3.894	300	11	496	-378	148	1
2000	3.895	303	11	491	-365	143	1
2001	3.970	299	10	483	-398	131	1
2002	3.946	293	10	476	-421	126	1
2003	4.015	305	10	468	-392	125	1

1. Energía • 2. Procesos Industriales • 3. Uso de disolventes y otros productos • 4. Sector Agrario
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura • 6. Residuos • 7. Otros

Fuente: AEMA (2005c)

Cuadro 1.4 Emisiones GEI europeas por gases. 1990-2003.
(millones de toneladas equivalentes de CO₂)

Emisiones de GEI	UE-15									
	1	2	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	3	4	5
Año base	3.111	3.335	441	408	41	12	15	4.029	4.253	4.252
1990	3.111	3.335	441	408	27	16	10	4.015	4.238	4.238
1991	3.088	3.359	432	403	27	14	11	3.976	4.246	4.246
1992	3.023	3.285	426	396	29	12	12	3.897	4.159	4.159
1993	2.970	3.232	419	383	30	10	12	3.825	4.087	4.087
1994	2.964	3.230	410	391	34	10	13	3.823	4.089	4.088
1995	3.004	3.267	408	392	40	9	15	3.868	4.131	4.129
1996	3.063	3.343	402	398	45	9	15	3.932	4.212	4.211
1997	3.008	3.288	392	399	51	8	13	3.872	4.151	4.150
1998	3.053	3.331	383	376	53	8	12	3.884	4.162	4.160
1999	3.010	3.304	372	352	46	7	10	3.797	4.092	4.091
2000	3.044	3.328	361	352	44	6	10	3.817	4.101	4.100
2001	3.086	3.394	351	344	44	6	9	3.839	4.148	4.146
2002	3.058	3.388	342	336	46	6	10	3.798	4.127	4.126
2003	3.138	3.447	334	336	50	6	9	3.873	4.182	4.180

1. Emisiones/absorciones netas de CO₂ • 2. Emisiones CO₂ (sin LUCF)
3. Total (con emisiones/absorciones netas de CO₂) • 4. Total (sin CO₂ de LUCF)
5. Total (sin LUCF)

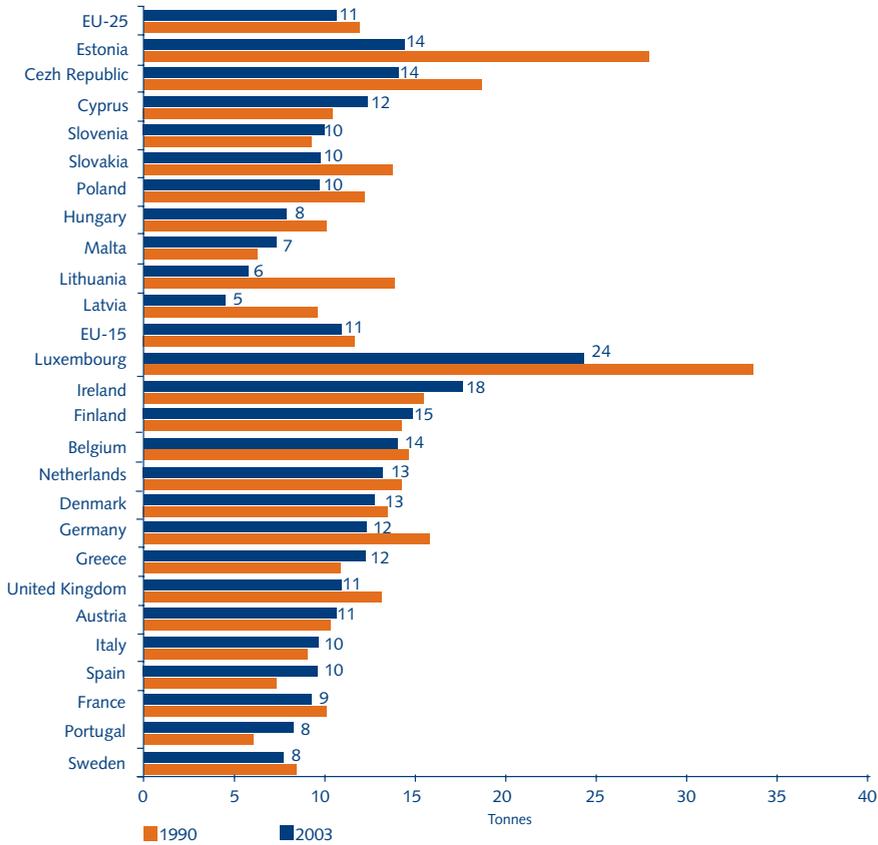
UE-25

Emisiones de GEI	1	2	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	3	4	5
1990	3.818	4.128	554	474	27	17	11	4.902	5.212	5.212
1991	3.748	4.106	537	460	27	16	11	4.798	5.157	5.156
1992	3.645	3.998	525	447	29	13	12	4.670	5.023	5.023
1993	3.567	3.921	513	431	30	12	13	4.566	4.920	4.919
1994	3.561	3.917	504	439	34	11	14	4.563	4.919	4.917
1995	3.571	3.925	501	441	40	11	15	4.579	4.933	4.931
1996	3.657	4.028	490	448	45	11	15	4.666	5.038	5.036
1997	3.597	3.963	479	448	52	10	14	4.600	4.965	4.964
1998	3.619	3.967	471	424	53	9	12	4.589	4.936	4.935
1999	3.542	3.921	456	407	47	8	10	4.471	4.850	4.849
2000	3.562	3.931	443	408	46	7	10	4.477	4.846	4.844
2001	3.606	4.005	425	402	47	7	9	4.496	4.895	4.894
2002	3.560	3.982	415	391	49	6	10	4.432	4.854	4.852
2003	3.669	4.064	407	389	53	6	10	4.533	4.928	4.925

1. Emisiones/absorciones netas de CO₂ • 2. Emisiones CO₂ (sin LUCF)
 3. Total (con emisiones/absorciones netas de CO₂) • 4. Total (sin CO₂ de LUCF)
 5. Total (sin LUCF)

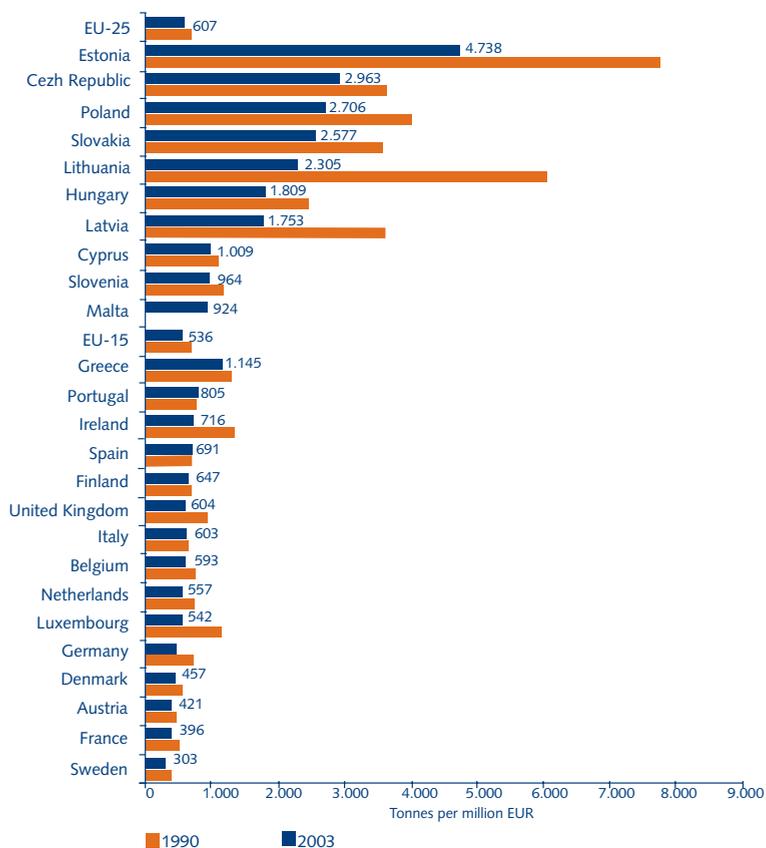
Fuente: AEMA (2005c)

Gráfico 1.8 Emisiones GEI per capita en los Estados miembros de la UE-25. 1990 y 2003. Toneladas equivalentes de CO₂



Fuente: AEMA (2005c)

Gráfico 1.9 Emisiones GEI por unidad de PIB en los Estados miembros de la UE-25. 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Nota: Debido a la no disponibilidad de datos, los valores de 1990 de la República Checa, Estonia, Hungría, Polonia, Eslovaquia y UE-25 se refieren a 1995.

Fuente: AEMA (2005a)

De todos ellos podemos deducir lo siguiente: en el conjunto de la UE-25 las emisiones de GEI han disminuido entre 1990 y 2003. Lo mismo ocurre en la EU-15. El único gas que ha aumentado, tanto en la EU-25 como en la EU-15 es el HFC, el que sustituyó al CFC tras el acuerdo de Montreal, aunque su peso relativo es muy pequeño. Por fuentes de emisión, la única cifra que aparece más alta es la de Energía en la EU-15. Esto se debe, sin duda, a que dentro de esta fuente, entre las actividades de combustión, figura la quema de combustibles fósiles por el Sector del Transporte. Es el sector económico con más problemas, no sólo a nivel de

toda la UE-15, sino prácticamente en todos los países, tal como reconocen sus Estrategias. Los países que más contribuyen (en términos absolutos) al total de emisiones son, por este orden Alemania, Reino Unido, Italia y Francia. Sin embargo, si consideramos las emisiones per cápita, el país con mayores emisiones es Luxemburgo (24), seguido de Irlanda (18) mientras que los que tienen las menores son Suecia y Portugal (8). España tiene 10, inferior a la media de la UE-25 que es de 11. En emisiones por PIB es Estonia la primera (4.738), seguida de la República Checa (2.963) y la última Suecia (303). España tiene 691, por encima de la media europea (607).

Para calibrar los datos anteriores sobre la responsabilidad de cada país, hay que tener en cuenta, en primer lugar, lógicamente, que la cantidad absoluta de emisiones de un país no es indicativa de su responsabilidad. En segundo lugar, el peso relativo medido por las emisiones per cápita tiene una significación diferente que el medido por las emisiones por PIB. Normalmente, a nivel internacional, se da más importancia al primero y es el más utilizado, pero hay países, o regiones dentro de países, obviamente los más ricos, que utilizan el segundo porque les conviene para presentarse como menos responsables.

1.2.3 SITUACIÓN EN ESPAÑA

Como hemos advertido al tratar la situación en la UE, los datos desagregados por países que hemos ofrecido sirven también para conocer la situación concreta de España. No obstante, en esta Sección vamos a abundar un poco más en ella, a través de los cuadros y gráficos que ofrecemos a continuación, contenidos en el último Inventario Nacional (mayo 2005).

Cuadro 1.5 Evolución de las emisiones por gases. Valor absoluto (Gg equivalentes de CO₂)

	Año base	1990	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂	228.404,80	228.404,80	295.897,70	308.245,83	310.461,31	331.081,69	331.761,85
CH ₄	27.846,76	27.846,76	34.411,94	35.416,38	36.296,63	36.714,99	37.061,99
N ₂ O	24.251,88	24.251,88	26.811,93	28.007,46	26.802,59	26.379,99	27.936,49
HFC	4.645,44	2.403,18	7.163,91	8.170,02	5.284,19	3.892,39	4.963,25
PFC	832,51	882,92	704,21	411,71	239,77	264,02	267,31
SF ₆	106,01	67,11	198,48	224,58	226,73	254,82	295,94
TOTAL	286.087,41	283.856,65	365.188,17	380.475,98	379.311,22	398.587,89	402.286,83

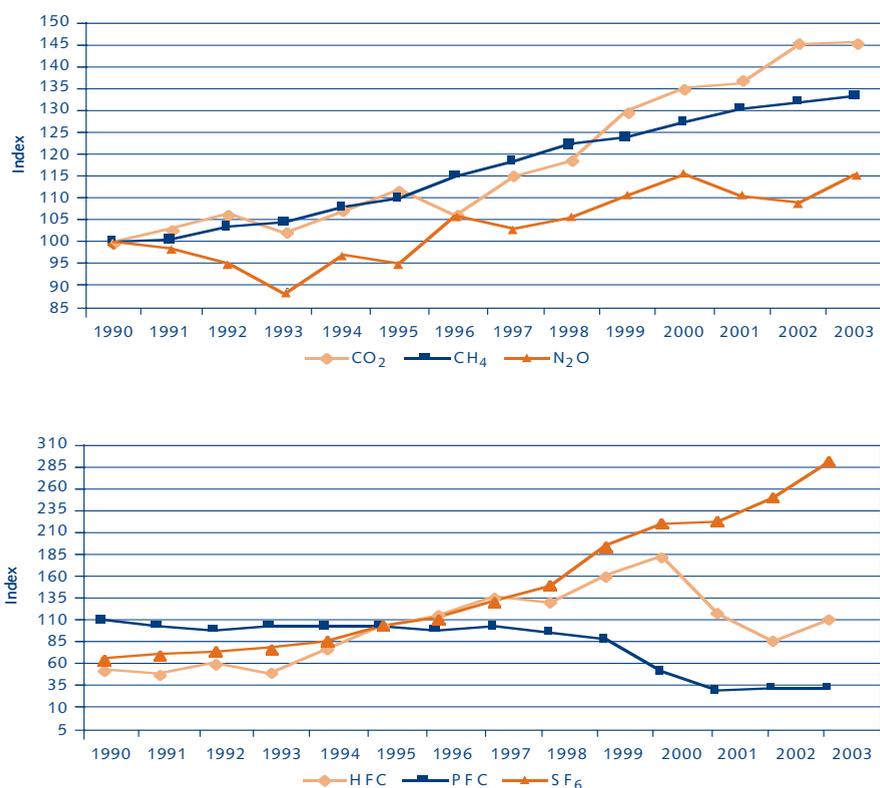
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2005)

Cuadro 1.6 Índices de evolución de las emisiones por gases

	Año base	1990	1999	2000	2001	2002	2003
CO ₂	100	100	129,55	134,96	135,93	144,95	145,25
CH ₄	100	100	123,58	127,18	130,34	131,85	133,09
N ₂ O	100	100	110,56	115,49	110,52	108,78	115,19
HFC	100	51,73	154,21	175,87	113,75	83,79	106,84
PFC	100	106,05	84,59	49,45	28,80	31,71	32,11
SF ₆	100	63,30	187,23	211,85	213,89	240,38	279,17
Total	100	99,22	127,65	132,99	132,59	139,32	140,62

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2005)

Gráfico 1.10 Índice de evolución de las emisiones del total de gases



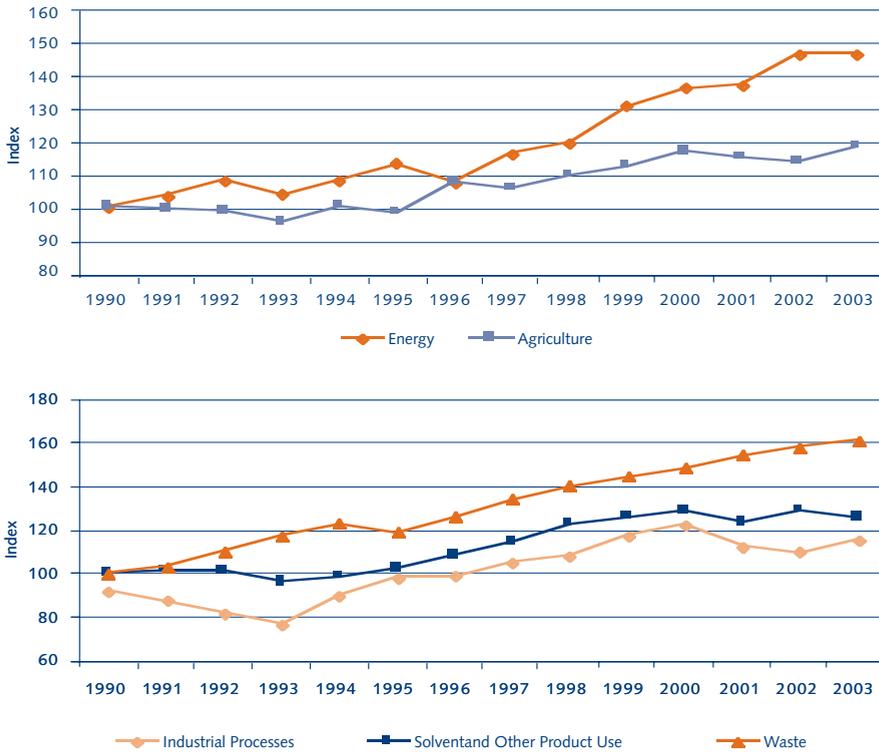
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2005)

Cuadro 1.7 Índices de evolución de las emisiones por sectores. Índice anual

	Año base	1990	1999	2000	2001	2002	2003
1. Energía	100	100	131,07	136,63	137,56	147,00	147,13
2. Procesos Industriales	100	91,93	117,42	122,78	112,35	109,88	115,54
3. Uso de disolventes y otros productos	100	100	126,06	128,47	123,57	129,16	125,84
4. Sector Agrario	100	100	112,59	117,04	115,43	114,19	118,76
5. Residuos	100	100	144,46	148,49	154,40	158,22	160,95
Total	100	99,22	127,65	132,99	132,59	139,32	140,62

Fuente: *Ministerio de Medio Ambiente (2005)*

Gráfico 1.11 Representación gráfica de los índices de evolución de las emisiones por sectores



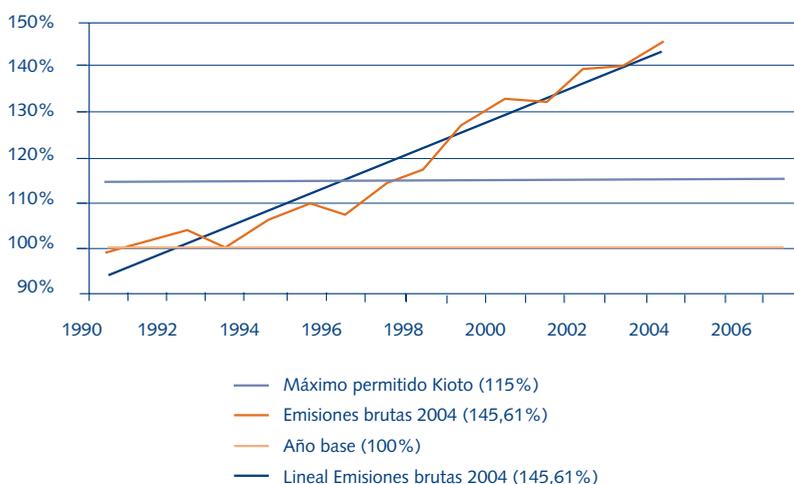
Fuente: *Ministerio de Medio Ambiente (2005)*

Como puede verse, en el cuadro 1.6 y en el gráfico 1.10, en 2003 (último año para el que existen datos oficiales) las emisiones habían aumentado un 40,62% sobre el año base, cuando, como sabemos, el compromiso de España es de no aumentar más que un 15% para el 2012. La distribución de la evolución por gases muestra que en torno al porcentaje de aumento global es lo que ha aumentado el CO₂, mientras que el SF₆ aumentó un 179,17%. No obstante, hay que tener en cuenta el diferente peso relativo entre ambos. Las emisiones de CO₂ representan la inmensa mayoría de las emisiones entre los GEI.

La evolución de las emisiones por sectores, que muestran el Cuadro 1.7 y el Gráfico 1.11, nos indica que ese aumento del 40,62% en las emisiones totales se reparte de forma que es el Sector Residuos el que más ha aumentado (un 60,95%) seguido de la Energía (47,13%), mientras que el que menos aumentó fue el de Procesos Industriales (15,54%).

Al margen de los datos oficiales, procedentes de los Inventarios Nacionales (el último de mayo de 2005, con datos hasta el 2003), el Sindicato Comisiones Obreras viene haciendo públicos datos de emisiones, de elaboración propia con la particularidad de que incluye un año más, el 2004. Ofrecemos, a continuación, lo más significativo de dichos datos, a mayor abundamiento.

Gráfico 1.12 Evolución de las emisiones GEI en España



Fuente: Nieto, J. y Santamarta, J. (2005)

Cuadro 1.8 Evolución de las emisiones GEI por gases en España.
(miles de toneladas equivalentes de CO₂)

Año	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total bruto	Total neto (sin sumideros)
Año base	228.404,80	27.846,76	24.251,88	4.645,44	832,51	106,01	286.087,41	277.054,53
1990	228.404,80	27.846,76	24.251,88	2.403,18	882,92	67,11	283.856,65	274.823,78
1991	235.109,87	27.994,45	23.924,49	21.079,01	827,43	72,96	290.108,20	279.051,10
1992	243.198,74	28.829,48	23.079,37	2.762,60	789,91	75,82	298.735,92	285.215,60
1993	233.379,21	29.082,18	21.476,99	2.258,39	830,79	79,7	287.107,26	271.606,43
1994	244.854,14	30.035,42	23.519,96	3.458,21	818,88	88,06	302.774,67	287.252,64
1995	255.452,76	30.568,54	23.074,5	4.645,45	832,51	106,01	314.679,77	297.889,27
1996	242.717,67	32.049,12	25.669,66	5.196,84	797,02	113,94	306.544,25	287.276,26
1997	262.554,61	32.922,46	24.980,95	6.125,88	820,09	134,52	327.538,51	395.294,90
1998	270.830,95	34.071,14	25.657,11	5.809,01	769,48	153,45	337.291,14	312.780,29
1999	295.897,70	34.411,94	26.811,93	7.163,91	704,21	198,48	365.188,17	337.833,05
2000	308.245,83	35.416,38	28.007,46	8.170,02	411,71	224,58	380.475,98	349.326,74
2001	310.461,31	36.296,63	26.802,59	5.284,19	239,77	226,73	379.311,22	345.324,23
2002	331.081,69	36.714,99	26.379,99	3.892,39	264,02	254,82	398.587,90	362.192,66
2003	331.761,85	37.061,99	27.936,49	4.963,25	267,31	295,94	402.286,83	362.168,57
2004	345.684,55	37.243,68	28.034,95	5.024,32	269,03	304,56	416.561,09	373.377,19

El año base se compone de las emisiones de 1990 de CO₂, CH₄ y N₂O y las emisiones de 1995 de los carburos perfluorados (PFC), carburos hidrofluorados (HFC) y hexafluoruro de azufre.

Fuente: Nieto, J. y Santamarta, J. (2005)

Evolución de las Emisiones por Sectores

Por sectores, las emisiones totales en dióxido de carbono (CO₂) equivalente en España entre 1990 y 2004 han sido las siguientes:

- **Sector energético.** Es el mayor responsable del conjunto de las emisiones y el auténtico nudo gordiano, pues en 2004 representó el 77,9% del total, con un aumento del 51% respecto a 1990.
- **Los procesos industriales distintos a la combustión,** como la producción de cemento, industria química y metalúrgica, representaron en 2004 el 8%, con un aumento del 18% respecto al año base de 1990, inferior a la media.

- **Los disolventes y otros productos** sólo representan el 0,4% del total, y han aumentado en un 31% respecto al año base.
- **La agricultura y la ganadería** representan el 11% del total de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) equivalente, con un aumento del 20% respecto al año base, muy inferior al de los otros sectores emisores.
- **Los residuos** representan el 2,9% del total de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) equivalente, con un aumento del 65% respecto al año base. Las emisiones de metano son las más importantes.

Como hemos dicho, los datos que aparecen en el informe publicado por el Sindicato CC.OO. incluyen el año 2004, mientras que los del último Inventario Nacional solo llegan hasta el 2003. Según dicho informe, el aumento del total de emisiones en 2004 era ya del 45,61%.

Tanto la evolución de las emisiones por gases como por sectores resulta coherente con la que proporciona el Inventario para un año antes. Así, por ejemplo, por gases, las emisiones de CO₂ pasaron de 331,7 a 345,6 Mt.. Por sectores, el aumento de la Energía fue, según el Informe, del 51% en 2004 y del 47,13% en 2003 para el Inventario; los Procesos Industriales un 18 y un 15,54% y la Agricultura un 20 y un 18,76%, respectivamente.

1.2.4 SITUACIÓN EN LAS DISTINTAS COMUNIDADES AUTONÓMICAS

Por razones obvias, queremos ver como se distribuyen los datos de España entre las distintas CC.AA. Para ello, hemos tomado varios Cuadros de un Informe publicado por la revista World Watch España. En el cuadro 1.9 se puede ver la evolución de las emisiones entre 1990 y 2004 por CC.AA.. En Castilla y León las emisiones han aumentado un 32,09%, cantidad inferior a la media nacional que fue del 45,61%.

Cuadro 1.9 Emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autónomas

	GEI % Total	2004 (1990=100)	Emisiones en Mt eq. de CO ₂
Andalucía	13,74	155,23	57,22
Aragón	5,49	142,07	22,88
Asturias	7,76	132,45	32,32
Baleares	2,25	158,89	9,38
Canarias	3,83	181,84	15,97
Cantabria	1,28	137,87	5,32
Castilla-La Mancha	6,29	142,04	26,20
Castilla y León	11,33	132,09	47,21
Cataluña	12,90	138,43	53,72
C. Valenciana	7,24	175,23	30,17
Extremadura	2,08	151,23	8,67
Galicia	9,35	137,36	38,94
Madrid	6,44	158,16	26,83
Murcia	2,27	160,87	9,44
Navarra	1,51	148,89	6,31
País Vasco	5,55	130,56	23,10
La Rioja	0,56	151,76	2,33
Ceuta	0,08	166,45	0,33
Melilla	0,06	148,31	0,25
Total España	100,00	145,61	416,56

Fuente: Santamarta, J. (2005)

En el cuadro 1.10, el peso relativo de cada CA en el conjunto de las emisiones y el peso relativo del PIB y de la población. Castilla y León emitió un 11,33% del total nacional, lo que la coloca en el puesto tercero, después de Andalucía y Cataluña, mientras que su PIB representa solamente el 5,6% y la población representa solamente el 5,77%.

Cuadro 1.10 Emisiones de GEI por Comunidades Autónomas y su relación con la población y el PIB

	% Total	PIB 2003 (%)	Población 2004 (%)
Andalucía	13,74	13,61	17,80
Aragón	5,49	3,09	2,89
Asturias	7,76	2,18	2,49
Baleares	2,25	2,50	2,21
Canarias	3,83	4,15	4,43
Cantabria	1,28	1,26	1,28
Castilla-La Mancha	6,29	3,43	4,28
Castilla y León	11,33	5,60	5,77
Cataluña	12,90	18,29	15,77
C. Valenciana	7,24	9,74	10,52
Extremadura	2,08	1,72	2,49
Galicia	9,35	5,32	6,37
Madrid	6,44	17,46	13,44
Murcia	2,27	2,48	3,00
Navarra	1,51	1,70	1,35
País Vasco	5,55	6,33	4,90
La Rioja	0,56	0,75	0,68
Ceuta	0,08	0,16	0,17
Melilla	0,06	0,14	0,16
Total España	100,00	99,91	100,00

NOTA: El total de PIB no suma 100 por la parte correspondiente Extra-Regional.

Fuente: Santamarta, J. (2005)

En el Cuadro nº 1.11, de nuevo el peso relativo de cada CA en el conjunto de las emisiones nacionales y el peso relativo del PIB regional frente al nacional. Castilla y León que, como hemos dicho emitió en 2002 el 11,13% del total, tuvo un PIB que representó solamente el 5,68%.

Más adelante, en el apartado en que analizaremos las características más significativas de Castilla y León en relación con el problema, veremos la explicación de estos datos.

Cuadro 1.11 Evolución de las emisiones de GEI en CO₂ equivalente

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Andalucía	99,98	105,06	111,67	106,50	109,59	115,11	108,30	110,91	127,45	138,25	143,43	142,54	149,20	151,13	155,23
Aragón	99,99	102,92	109,86	108,43	113,29	114,81	109,73	126,46	108,16	116,49	133,34	117,65	136,07	138,13	142,07
Asturias	100,18	99,82	103,23	96,93	99,79	107,27	90,86	101,66	101,09	123,00	127,05	116,25	126,45	138,23	132,45
Baleares	99,99	102,64	99,73	97,31	104,84	110,00	120,75	121,25	131,69	142,12	147,13	151,43	152,78	154,45	158,89
Canarias	99,98	99,55	101,28	101,83	104,20	104,54	124,45	127,43	135,31	160,47	165,51	171,52	175,78	177,86	181,84
Cantabria	108,58	107,68	100,80	95,07	107,97	117,98	110,38	120,47	123,70	122,83	124,89	132,71	131,71	133,24	137,87
Castilla-La Mancha	99,99	104,20	104,06	96,27	102,43	100,15	105,38	115,72	116,46	129,12	134,56	136,23	136,52	137,43	142,04
Castilla y León	99,99	102,32	102,10	99,84	103,58	105,82	102,87	122,63	110,99	117,41	120,75	121,21	127,94	126,98	132,09
Cataluña	94,52	96,43	100,81	96,96	106,56	117,08	116,65	121,25	123,21	132,11	137,10	133,63	131,33	134,23	138,43
C. Valenciana	99,97	103,79	107,24	101,56	109,80	118,88	118,70	127,76	140,18	155,41	155,86	159,11	169,14	172,35	175,23
Extremadura	99,99	101,38	102,95	100,61	109,17	107,25	111,56	114,61	118,14	124,95	140,02	146,50	145,12	147,34	151,23
Galicia	99,96	98,15	105,33	104,84	104,23	110,14	106,79	103,58	116,10	117,81	122,09	124,94	131,21	132,21	137,36
Madrid	99,97	103,35	107,90	103,52	109,95	110,20	114,17	118,44	126,93	134,55	139,24	152,60	152,32	154,23	158,16
Murcia	99,98	100,15	105,98	96,01	102,39	103,53	106,33	108,01	116,71	128,65	135,35	140,91	154,98	155,67	160,87
Navarra	99,98	106,28	103,13	98,00	110,66	114,05	116,44	118,67	124,37	135,11	140,95	140,04	143,69	145,34	148,89
País Vasco	97,56	100,75	98,12	94,24	104,52	101,14	92,69	100,21	105,00	116,02	119,04	114,69	126,12	128,35	130,56
La Rioja	99,98	101,15	103,67	103,49	107,81	110,48	114,43	116,58	127,52	132,30	140,00	144,21	145,67	146,32	151,76
Ceuta	99,98	104,96	100,97	103,14	111,47	106,64	114,72	109,10	117,62	143,42	142,67	135,86	160,52	161,97	166,45
Melilla	99,97	101,67	109,07	107,40	110,38	121,24	136,77	129,82	129,95	133,00	139,67	144,77	142,42	143,78	148,31
Total % España	99,22	101,41	104,42	100,36	105,83	109,99	107,15	114,49	117,90	127,65	132,99	132,59	139,32	140,62	145,61

Fuente: Santamarta, J.

1.3 La respuesta al problema

1.3.1 LOS PRIMEROS PASOS

Las primeras manifestaciones de preocupación por el cambio climático surgen a finales de la década de los sesenta con el establecimiento del Programa Mundial de Investigación Atmosférica.

El proceso político arranca en 1972 con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (CNUMAH).

En 1979 se convocó la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima.

En 1983, se constituyó la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo conocida como Comisión Brundtland. En dicho Informe se plantea la necesidad de un tratado mundial sobre el clima, investigar los orígenes y efectos del cambio climático, vigilar científicamente el clima y establecer políticas internacionales para la reducción de las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero.

En 1988, como hemos dicho, se creó el Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), como Agencia especializada de Naciones Unidas.

A finales de 1990, tuvo lugar la celebración de la Segunda Conferencia Mundial sobre el clima, reunión clave para que la ONU arrancara el proceso de negociación que iba a concluir con la elaboración de un tratado internacional sobre el clima: la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

1.3.2 LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El 21 de diciembre de 1990, la Resolución 45/212 de Naciones Unidas creaba un Comité Intergubernamental de Negociación con el mandato de elaborar una Convención Marco sobre el Cambio Climático. Durante año y medio el Comité mantuvo cinco sesiones de negociación que culminaron en la Convención Marco sobre el Cambio Climático, adoptada el 9 de mayo de 1992. Se abrió a la firma el 4 de junio de ese mismo año, coincidiendo con la celebración en Río de Janeiro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994, 3 meses después de la ratificación número 50. Hoy más de 180 Estados la han ratificado.

El objetivo de la Convención queda expuesto en el artículo 2: “lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”. Sin embargo, la Convención no especifica cuáles deberían ser esos niveles de concentración.

El UNFCCC divide los países en dos grupos principales: al día de hoy, más de 180 países son Partes en el Convenio, de los cuales 40 países industrializados se enumeran en la lista del Anexo I del Convenio y los restantes se consideran países no del Anexo I. El Anexo I incluye los 24 países industrializados relativamente ricos que eran miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en 1992, los 15 primeros Estados miembros de la UE y 11 países con economías en transición hacia una economía de mercado, incluida Rusia

Al distinguir entre países industrializados y países en vías de desarrollo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce que los países industrializados son responsables de la mayoría de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y también que poseen las capacidades institucionales y financieras para reducirlos. Las Partes se reúnen anualmente para comprobar los avances y debatir otras medidas.

Principios

El artículo 3 de la Convención establece los principios en que deben inspirarse las medidas que adoptan las Partes para la consecución del objetivo:

- Protección del sistema climático para las futuras generaciones.
- Responsabilidades comunes pero diferenciadas de las Partes. Los países desarrollados deberán tomar la iniciativa.
- Principio precautorio: la falta de total certidumbre científica no debería utilizarse para posponer las medidas de mitigación.
- Derecho al desarrollo sostenible de las Partes.
- Cooperación para la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio al crecimiento económico y desarrollo sostenible de las Partes.

Compromisos

El artículo 4 de la Convención enumera los compromisos que deben asumir las Partes, estos se clasifican en:

- Generales para todos los países (art. 4.1):
 - Elaboración y publicación de inventarios nacionales de emisiones.
 - Elaboración y aplicación de programas nacionales de mitigación.
 - Información sobre la aplicación de la Convención (Comunicaciones Nacionales).
 - Promoción de la gestión sostenible y conservación de los sumideros.
 - Promoción de la observación sistemática y la investigación sobre el sistema climático.
 - Promover la educación y sensibilización pública respecto al cambio climático.

- Específicos para los países desarrollados (Anexo I) (art. 4.2):
 - Adopción de políticas y medidas de mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropogénicas de GEI, protegiendo y mejorando los sumideros de dichos gases.
 - Con el fin de volver a los niveles de emisión de 1990 en el 2000.
- Específicos para los países OCDE (Anexo II):
 - Proporcionar recursos nuevos y adicionales a países en desarrollo.
 - Ayudar a países en desarrollo particularmente vulnerables a hacer frente a sus costes de adaptación.
 - Facilitar la transferencia de tecnologías apropiadas a países en desarrollo.

La Convención fue un primer paso, pero ya en la primera Conferencia de las Partes (COP) de Berlín de 1995 se reconoció que los compromisos fijados no aseguraban el cumplimiento de la Convención. Se considera necesario desarrollar nuevos instrumentos.

1.3.3 EL PROTOCOLO DE KIOTO (COP3) 1997

En la tercera Conferencia de las Partes (COP3) que se celebró en Kioto (Japón) en diciembre de 1997, se adoptó un instrumento conocido como “Protocolo de Kioto”, cuyo objetivo era la limitación de emisiones netas de gases de efecto invernadero para los principales países desarrollados y con economías en transición.

En virtud del artículo 3.1 del Protocolo, los citados países (Partes que figuran en el Anexo I de la Convención) asumen el compromiso de reducir durante el período 2008-2012 al menos un 5,2% de sus emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero objeto de control. Dichos gases son: dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). El año de referencia es 1990, si bien para los gases fluorados (HFCs, PFCs y SF₆) se permite utilizar 1995 como año base, debido a que son los sustitutos de los gases clorofluorocarbonados (CFC) prohibidos por el Tratado de Montreal. No se fijan objetivos de emisión para los países en vías de desarrollo.

Se eligió un período de compromiso de un lustro en vez de un solo año para allanar las fluctuaciones anuales de las emisiones debidas a factores incontrolables como el tiempo atmosférico. Las negociaciones internacionales sobre un segundo período de compromiso conforme al Protocolo de Kioto después de 2012 deberían establecerse en 2005.

El artículo 4 del Protocolo permite que países del Anexo I puedan cumplir sus compromisos conjuntamente, en cuyo caso deberán notificar los términos del acuerdo.

Para la consecución de los objetivos el Protocolo establece la utilización de Políticas y Medidas, por un lado, y Mecanismos Flexibles, por otro.

Como ejemplo de **Políticas y Medidas** estaría:

- Fomento de la eficiencia energética en los sectores.
- Protección y mejora de los sumideros.
- Promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal.
- Aumento del uso de energías renovables y tecnologías de secuestro de carbono.
- Medidas para limitar y/o reducir emisiones de gases de efecto invernadero no controladas por el Protocolo de Montreal, en el sector transporte, residuos, distribución de energía.
- Reducción progresiva de las deficiencias del mercado, como incentivos fiscales, exenciones tributarias y subvenciones que sean contrarias al objetivo de la Convención.

En cuanto a los **Mecanismos Flexibles** se establecen tres:

- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Aplicación o Implementación Conjunta (IC).
- Comercio de Emisiones.

La utilización de los Mecanismos de Desarrollo Limpio tiene por objetivo facilitar el cumplimiento de los países desarrollados con compromisos de reducción de emisiones al menor coste posible y apoyar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo. Mediante el Mecanismo de Desarrollo Limpio un país del Anexo I invierte en un país en desarrollo en proyectos de limitación de emisiones o fijación de carbono.

La Implementación Conjunta consiste en que un país desarrollado lleva a cabo una inversión en otro de economía en transición en proyectos de limitación de emisión o fijación de carbono.

El Comercio de Derechos de Emisión se llevará a cabo entre países con compromiso de reducción. Permitirá a éstos adquirir unidades de la cantidad atribuida (UCA) de otras Partes que puedan reducir más fácilmente las emisiones. La creación de este mecanismo en el marco del Protocolo de Kioto ha estimulado la puesta en marcha, antes de 2008, de mercados nacionales o supranacionales (como en el caso de la UE) para el comercio de derechos de emisión entre empresas nacionales o comunitarias afectadas.

El razonamiento subyacente a la IC y el MDL es similar al del comercio de derechos de emisión: no importa dónde se consiguen las reducciones de las emisiones porque

el Cambio Climático es un problema mundial. Lo importante es que haya reducciones y que éstas se produzcan de la manera más eficaz y menos costosa.

No obstante, frente al temor de que estos mecanismos puedan ser utilizados por las Partes para evitar la adopción de medidas internas, los Acuerdos de Marrakech, aunque no imponen límites a su uso, establecen la obligación de facilitar información en la que se compruebe que son “suplementarios” a las medidas nacionales. Además, para participar en los Mecanismos las Partes incluidas en el Anexo I deben no solo haber ratificado el Protocolo de Kioto, sino cumplir los compromisos en cuanto a la metodología y periodicidad de los Inventarios de Emisiones y crear un Registro Nacional.

Uno de los instrumentos más novedosos, aunque muy debatido, que contempla el Protocolo de Kioto es el de estimar las absorciones procedentes del sector “uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura” (UTCUTS). Existían poderosas dudas acerca de la oportunidad de este mecanismo desde diferentes puntos de vista. Por una parte, en relación con cuestiones medioambientales, estaba la duda de si podían producir otros problemas sobre la biodiversidad u otras cualidades naturales, y en cualquier caso parecía no estar claro si la absorción de carbono por los llamados sumideros no era equivalente a la reducción de emisiones, planteando incertidumbres importantes en relación con el impacto del cambio climático en los propios sumideros y con el problema de la reversibilidad y no permanencia; lo cual se relaciona, a su vez, con otro tipo de consideraciones como si su utilización podía disminuir la motivación para reducir las emisiones. Por otro lado, estaba el problema de la instrumentación y contabilización del mecanismo, dada la enorme complejidad de esos interrogantes implicados

Finalmente, en el Protocolo se tienen en cuenta las emisiones y las absorciones de varias actividades del sector UTCUTS, siempre que hubieran comenzado en 1990 o más tarde. Las absorciones pueden tenerse en cuenta a la hora de determinar si las Partes han cumplido sus objetivos de emisiones. Ello se hace expidiendo las llamadas unidades de absorción (UDA) que las Partes incluidas en el Anexo I pueden utilizar para cumplir sus objetivos. No obstante, durante el primer periodo de compromiso, esa utilización está limitada por una serie de topes y reglas de aplicación que incorporan un estricto régimen de garantías

Posteriormente, durante varios años, este tema siguió siendo objeto de negociación y fue en la COP6, celebrada en Bonn en julio del 2001, en la que quedó establecido que podrán ser considerados incrementos de los sumideros en sentido genérico los de origen antropogénico relacionados con la gestión del territorio –uso del suelo–, los cambios en el uso del suelo y la silvicultura. No obstante, se establecen e incorporan numerosas garantías para su aplicación y contabilización.

Entrada en vigor del Protocolo de Kioto

El artículo 25 establece que "entrará en vigor al nonagésimo día contado desde la fecha en que hayan depositado sus instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión no menos de 55 Partes de la Convención, entre las que se cuenten Partes del Anexo I, cuyas emisiones totales representen, por lo menos, el 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes Anexo I correspondientes a 1990".

La entrada en vigor del Protocolo se fue demorando pues, si bien el número mínimo de países que lo debían ratificar quedó pronto ampliamente superado, no se alcanzaba el número mínimo de emisiones. La razón, como todo el mundo sabe fue la actitud de EE.UU., el primer emisor del planeta que, si bien en 1998 firmó el documento, posteriormente anunció en marzo de 2001 que no lo ratificaría. Australia tampoco lo ha ratificado.

La entrada en vigor quedó, entonces, en manos de Rusia, tercer contaminante a nivel mundial, con un 17,4%. El día 1 de octubre de 2004 se dio la noticia de que, después de 5 años de dilaciones, el Gobierno ruso había anunciado que propondría a la Duma (Cámara Baja) la ratificación. Efectivamente, esta se produjo, por lo que el Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de Febrero de 2005.

Reglas de desarrollo complementarias del Protocolo

Dadas las repercusiones de todo tipo, ambientales, económicas y sociales que la aplicación del Protocolo pudiera tener para los países desarrollados, resultaba imprescindible pactar las reglas de desarrollo complementarias del Protocolo.

Desde la finalización de la cumbre de Kioto, se ha venido trabajando en ese consenso sobre el contenido de dichas reglas complementarias.

En ese sentido, destacan por sus logros:

- La COP6 bis de Bonn, en julio de 2001, donde se logró un Acuerdo Político sobre los aspectos clave de la negociación internacional: países en desarrollo y aspectos financieros, mecanismos, sumideros y régimen de cumplimiento.
- La COP7 en Marrakech en noviembre de 2001.: se logra trasladar a decisiones legales, jurídicamente vinculantes el Acuerdo Político adoptado en Bonn, permitiendo que los países Partes de la Convención puedan iniciar sus respectivos procesos de ratificación.
- La COP9 celebrada en Milán en diciembre de 2003 avanza en el tema de sumideros, dentro de los mecanismos de desarrollo limpio y en aspectos financieros.

1.3.4 LA RESPUESTA EUROPEA AL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La Unión Europea ha estado siempre en la vanguardia de la lucha contra el cambio climático y ha tomado numerosas medidas para atacar el problema.

En 1991 (antes de la Convención Marco de Naciones Unidas) se trató la primera estrategia Comunitaria para limitar las emisiones de CO₂ y mejorar la eficiencia energética. Esto incluía una Directiva para promover las energías renovables, acuerdos voluntarios con los fabricantes de automóviles para reducir emisiones de CO₂ un 25% y propuestas de gravar los productos energéticos.

En 1993 los Gobiernos de los países miembros acordaron crear un mecanismo para seguir el progreso de cada uno en la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero. De acuerdo con ese mecanismo, todos los Estados miembros aportan información para la elaboración de informes periódicos sobre el esfuerzo global de la Unión en la lucha contra el cambio climático.

La actitud de la Unión Europea ante el Protocolo de Kioto fue desde el principio de fuerte apoyo, ofreciendo incluso una reducción de emisiones para el período 2008-2012 del 8%, superior al 5,2% que se pretendía conseguir a nivel mundial. Este fuerte apoyo se produjo tanto en el terreno diplomático, político y jurídico. Tras la firma del acuerdo en Kioto, la Unión Europea consideró el Protocolo como el mejor instrumento jurídico del que la Comunidad Internacional podía disponer para la lucha contra el cambio climático.

En 1998 se produce la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento: El cambio climático. Hacia una estrategia post-Kioto.

La Unión Europea y sus países miembros ratificaron el Protocolo el 31 de mayo de 2002.

1.3.4.1 El Programa Europeo contra el Cambio Climático (PECC)

En Marzo de 2000 se inicia el PECC. Su objetivo era identificar y desarrollar todos los elementos necesarios para una estrategia de la Unión Europea contra el cambio climático.

El Programa se elaboró con la consulta de un amplio número de interesados, así como siete grupos técnicos de trabajo sectoriales (mecanismos flexibles, oferta y consumo energéticos, transporte, industria, agricultura y otros).

En el campo de los llamados mecanismos flexibles se publicó el COM (2000)87: Libro Verde sobre el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea.

En Junio de 2001 se publica el primer informe PECC donde se encuentra el resultado del trabajo de los grupos. El informe identifica 42 medidas posibles que

supondrían una reducción de emisiones de entre 664 y 765 Mt de CO₂ equivalente a un coste inferior a 20€ la tonelada de CO₂.

En Octubre de 2001 la Comisión adopta un paquete de tres medidas:

1. Un Plan de Acción para el PECC

En primer lugar, el Plan de Acción toma forma de una Comunicación de la Comisión (COM2001 580) acerca de la ejecución de la primera fase del Programa Europeo sobre el Cambio Climático, estableciendo 12 acciones prioritarias para ser implementadas en 2002 y 2003.

Estas acciones se agrupan en cuatro categorías:

a) Políticas y medidas transversales:

- Aplicación de la Directiva de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPPC).
- Propuesta de Directiva para la vinculación entre los mecanismos flexibles.
- Propuesta de revisión de la Decisión 1999/296/CE sobre el Mecanismo de seguimiento de las emisiones.

Políticas y medidas sectoriales:

- b) Sector energético: propuesta de Directiva Marco sobre requisitos mínimos en eficiencia energética para equipos de uso final de energía; propuesta de Directiva para la gestión de demanda de energía; propuesta de Directiva para la promoción de la generación combinada de calor y electricidad; y propuestas adicionales de carácter no legislativo, como la iniciativa de incrementar la eficiencia energética a través de procesos de adquisición de las Administraciones Públicas, más el lanzamiento de campañas de información y sensibilización pública.
- c) Sector del transporte: propuesta para modificar el balance intermodal del transporte; propuesta para mejorar el uso de infraestructuras y peajes-tasas; y promoción del uso de biocombustibles en el transporte.
- d) Sector industrial: Directiva Marco sobre gases fluorinados.

El potencial reductor de emisiones de estas acciones era de entre 12 y 178 Mt de CO₂ equivalente. Igualmente, la Comunicación sienta las bases para análisis adicionales en áreas como sumideros en agricultura y actividad forestal.

2. Propuesta de ratificación del Protocolo de Kioto

En segundo lugar, la Comisión realiza una propuesta para una decisión del Consejo sobre la ratificación del Protocolo de Kioto. En abril del 2002 el Consejo adoptó una Decisión por la que establece el mecanismo para que

la Unión Europea y sus Estados Miembros ratifiquen el Protocolo de Kioto el 31 de Mayo de 2002.

3. Propuesta para el establecimiento de un Mercado de Emisiones de gases de efecto invernadero

En tercer lugar, la Comisión propone una Directiva que permita a ciertos sectores industriales transferir sus derechos de emisión de CO₂. El mercado de emisiones se espera que entre en funcionamiento en el año 2005 y debería suponer para el sector privado encontrar el mejor modo, desde el punto de vista coste-efectividad, de reducir sus emisiones de CO₂.

Además de estas tres medidas se llevó a cabo una propuesta para regular ciertos gases fluorinados.

1.3.4.2 Segunda fase del PECC (2002-2003)

El primer objetivo de la segunda fase del PECC era facilitar y apoyar la implementación de las prioridades identificadas en la primera fase. Algunas de las **medidas** identificadas en la comunicación de ejecución, así como otras contenidas en el primer informe habían sido ya completadas por la Comisión, por ejemplo:

- La propuesta para el establecimiento del mercado de emisiones.
- Una Comunicación y propuesta para una directiva sobre la promoción de biofueles.
- Una propuesta de Directiva para promover la cogeneración.
- Una Comunicación sobre imposición de vehículos.

Adicionalmente, grupos de trabajo investigaron **medidas adicionales** sobre:

- Mecanismos flexibles.
- Agricultura.
- Un subgrupo, del grupo dedicado a sumideros, dedicado a mejorar el uso y gestión de los suelos agrícolas.
- Sector Forestal- Sumideros, estudiando el potencial de secuestro de carbono de los bosques de la Unión Europea.

Fue también desarrollado un número de acciones específicas, identificadas en la primera fase del PECC, que necesitaban posterior estudio sobre su potencial de reducción de emisiones y su coste-efectividad. En relación con las energías renovables, la segunda fase del PECC se centró en la promoción de energías en aplicaciones de calor.

1.3.4.3 Directiva sobre el Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero

Como hemos dicho anteriormente, en relación con el PECC, en octubre de 2001, la Comisión Europea presentó la propuesta de Directiva y, tras dos años de negociaciones, en el Consejo de 22 de julio de 2003, se adoptó la Directiva 2003/87/CE.

Previamente, en marzo de 2000 la Comisión había aprobado un Libro Verde, COM (2002)087 de 8 de marzo, para mejorar la comprensión sobre este tipo de instrumento y para abrir el debate a todas las partes interesadas sobre las características de dicho mercado.

La Directiva pretende preparar a la Unión Europea para la implantación del Comercio de Derechos de Emisión a nivel internacional a partir de 2008, tal como establece el Protocolo de Kioto, cuando incluye dicho comercio entre los mecanismos flexibles que han de actuar junto a las medidas internas tomadas por los diferentes países para la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Para ello, la Directiva establece el funcionamiento del mercado en fase transitoria, con mayor flexibilidad, a partir de 2005, con objeto de ponerlo en marcha definitivamente en 2008.

El Comercio de Derechos de Emisión se entiende como un instrumento complementario de las Políticas y Medidas para conseguir la reducción de emisiones. Desde el punto de vista del coste-efectividad, se considera, por otro lado, ventajoso respecto a instrumentos alternativos.

El ámbito de aplicación, en cuanto a los gases, se establece, en principio, para las emisiones de CO₂, aunque se abre la posibilidad de que pueda ser ampliable a otros.

En cuanto a los **sectores** incluidos en dicho Comercio se relacionan en el Anexo I de la Directiva y son:

- Las actividades energéticas: refino y electricidad (instalaciones de combustión con potencia térmica superior a 20 MW).
- Las grandes instalaciones industriales de la siderurgia, cemento, cerámica, vidrio y papeleras. Las industrias químicas y del aluminio en principio quedan excluidas pero se pueden incorporar.

Se establece la posibilidad de que la Comisión pueda incluir a finales de 2004 y a mediados de 2006 nuevos gases y nuevos sectores.

Se introducen otros elementos de flexibilidad:

- Exclusión temporal de ciertas instalaciones y actividades para el primer periodo, siempre que se cumplan determinadas condiciones en materia de limitación de emisiones, seguimiento, notificación verificación y régimen sancionador.

- Inclusión unilateral de actividades adicionales en 2005 (actividades por debajo del umbral) y en 2008 para actividades y gases adicionales.

Como elemento de flexibilidad se puede considerar también la posibilidad que introduce la Directiva de que instalaciones de una misma actividad se agrupen para cumplir con sus obligaciones (pooling), en ese caso:

- Los derechos se expiden a la entidad fiduciaria que nombren los miembros del grupo.
- La entidad o administrador fiduciario asume las obligaciones del grupo, excepto las relativas al seguimiento y notificación e las emisiones de cada instalación.

Como elemento de flexibilidad también se puede considerar el que los Estados Miembros pueden solicitar a la Comisión que se asignen derechos de emisión adicionales a determinadas instalaciones, en caso de fuerza mayor.

Por último, la Directiva reconoce la utilización en el comercio comunitario de los créditos procedentes de los mecanismos basados en proyectos del Protocolo de Kioto. En relación con ello, un año más tarde, se publicó la Directiva 2004/101/EC, conocida como "Directiva de Vinculación" pues tiene por objeto armonizar el mercado europeo de derechos con el sistema del Protocolo, incorporando los demás mecanismos flexibles.

Las instalaciones incluidas en el Anexo I deberán presentar ante las autoridades competentes del Estado Miembro una solicitud de permiso de emisión. Los permisos son privativos de cada instalación, no transferibles y en ellos se fijan los requisitos de seguimiento y notificación de las emisiones y la obligación de presentar anualmente derechos de emisión equivalentes a las emisiones totales de la instalación en dicho año. Los derechos de emisión son transferibles y se definen en la Directiva como el derecho a emitir una tonelada equivalente de CO₂.

Los Estados Miembros deberán elaborar un Plan Nacional de Asignación en que se determinará:

- La cantidad total de derechos de emisión que el Estado prevé asignar durante el periodo correspondiente.
- El procedimiento de asignación.

Sobre esta base el Estado Miembro decidirá la cantidad total de derechos que asignará cada año del periodo y su aplicación al titular de cada instalación.

Los criterios para la elaboración del Plan Nacional de Asignación serán:

- La cantidad de derechos a asignar debe ser compatible con los compromisos del Estado Miembro.
- El PNA será coherente con:

- El progreso real y previsto hacia el cumplimiento con los compromisos.
- El potencial de reducción de emisiones.
- Los instrumentos legislativos y políticos Comunitarios.

Todos los años los titulares de las instalaciones deberán presentar a la autoridad nacional un número de derechos equivalente a las emisiones producidas en el año anterior. Si la instalación ha reducido sus emisiones, el titular podrá vender el exceso de derechos de emisión. Las transferencias de derechos podrán hacerse dentro del mercado comunitario y entre personas físicas o jurídicas de la Comunidad y de terceros países con los que se hayan firmado acuerdos de reconocimiento mutuo de derechos.

Los derechos son válidos durante el periodo para el que hayan sido expedidos y se pueden cancelar a petición de su titular.

En cuanto al método de asignación, en el periodo 2005-2007 los Estados Miembros asignarán gratuitamente al menos el 95% y en el periodo 2008-2012 al menos el 90%.

El régimen sancionador: la multa por no presentar anualmente derechos suficientes será de 40€ por tonelada excedida en el periodo 2005-2007 y de 100€ en el periodo 2008-2012. El pago de la multa no exime al titular de la obligación de presentar un número de derechos equivalente a las emisiones en exceso.

Para controlar la expedición, titularidad, transferencia y cancelación de derechos, cada Estado Miembro establecerá un Registro Nacional. La Unión Europea, a través de un Administrador central, creará también un Registro independiente para controlar las transacciones y evitar irregularidades.

1.3.5 LA RESPUESTA ESPAÑOLA AL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La preocupación por el Cambio Climático en España se materializó en la creación en 1992 (R.D. 568) de la Comisión Nacional del Clima, adscrita al Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Dicha creación se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de la ONU, a través de la OMM y el PNUMA y dentro de los compromisos adoptados por la Comunidad Europea a partir de 1990.

El 13 de Junio de 1992, España firmó la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático y la ratificó el 21 de diciembre de 1993.

En 1994, de acuerdo con los compromisos adquiridos por las Partes, España presentó su primer Informe de Evaluación de España a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático en el que figuraba el inventario nacional de gases de efecto invernadero para 1990, de acuerdo con las metodologías elaboradas al efecto por los organismos internacionales.

La Comisión Nacional del Clima tenía como objetivo asesorar al Gobierno en esa materia y colaborar en la elaboración del Programa Nacional del Clima.

El Programa Nacional del Clima, finalizado en marzo de 1995, fue elaborado por ocho grupos de trabajo formados por personal perteneciente a los organismos de la Administración Central directamente afectados, en colaboración con las Comunidades Autónomas y algunas ONGs. Las áreas temáticas eran: datos; climatología; modelización; agricultura, ganadería y bosques; recursos hídricos; inventarios; zonas costeras; y prevención de desastres naturales.

En 1996 se crea el Ministerio de Medio Ambiente. Como consecuencia de este hecho y de la aprobación del Protocolo de Kioto se produce una reestructuración con objeto de abordar la elaboración de una Estrategia Española de lucha contra el Cambio Climático. El resultado es la creación, en 1998, del Consejo Nacional del Clima como órgano de elaboración de la Estrategia, del seguimiento de los planes y programas incluidos en ella y de proponer al Gobierno las medidas para el cumplimiento de los compromisos internacionales.

En 2001, por Real Decreto 1188/2001 de 2 de noviembre se amplía la composición del Consejo Nacional del Clima con el fin de asegurar la participación de todas las Administraciones Públicas y de las diversas organizaciones económicas, sociales, científicas y sindicales. Corresponde al Consejo Nacional del Clima:

- Elaborar y elevar al Gobierno para su aprobación la Estrategia Española de lucha contra el Cambio Climático.
- Realizar el seguimiento y evaluación de esta Estrategia.
- Elaborar propuestas y recomendaciones para definir políticas y medidas de lucha frente al cambio climático en los ámbitos de la ciencia del Cambio Climático, impactos y estrategias de adaptación, y estrategias de limitación de emisiones de gases de efecto invernadero.

También en 2001, por Real Decreto 376/2001 de 6 de Abril se crea la Oficina Española de Cambio Climático, órgano colegiado adscrito al Ministerio de Medio Ambiente y dependiente de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Con posterioridad, el real Decreto 1.000/2003 de 25 de julio, consolida su estructura y la integra en la organización departamental como órgano directivo dependiente de la Secretaría General de Medio Ambiente. Se crea con objeto de “arbitrar las medidas necesarias para desarrollar la política del Departamento en materia de Cambio Climático. Son sus funciones:

- Realizar el seguimiento de la Convención Marco sobre Cambio Climático de Naciones Unidas e impulsar las políticas y medidas para su correcta aplicación en España.

- Actuar como punto focal del Ministerio de Medio Ambiente respecto de los Organismos y Convenios internacionales especializados en materia de cambio climático.
- Asumir la representación institucional del Departamento en materia de cambio climático en los foros internacionales.
- Prestar a los distintos órganos de las Administraciones Públicas el oportuno asesoramiento en asuntos relacionados con el Cambio Climático.
- Colaborar con las Comunidades Autónomas en el análisis de las repercusiones que el Cambio Climático tiene en las materias que competen al departamento.
- Relacionarse con las Administraciones Públicas, organizaciones no gubernamentales, instituciones y entidades públicas y privadas, y demás agentes sociales para colaborar en iniciativas tendentes a la lucha frente al Cambio climático.
- Realizar las funciones técnicas y de gestión del Secretariado del Consejo Nacional del Clima.

La Estrategia Española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto

El Pleno del Consejo Nacional del Clima, en su reunión del 29 de abril de 2002, encomendó a la Comisión Permanente que iniciase los trabajos, a la mayor brevedad posible, para elaborar una propuesta de Estrategia Española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto. A tal fin, la Comisión Permanente celebró 17 reuniones, la mayor parte de ellas de dos sesiones, en un periodo que va desde finales de junio de 2002 –cuando se adoptó el plan de trabajo– hasta mediados de diciembre de 2003, en la que se aprueba el borrador de Estrategia y se eleva al Pleno del Consejo. La propuesta de Estrategia debería haber sido presentada y aprobada por el Pleno del Consejo y posteriormente elevada al Gobierno, pero las elecciones generales y el consiguiente cambio en el Ejecutivo pararon el proceso.

El Plan Nacional de Asignación 2005-2007

Tal como hemos dicho anteriormente, la Directiva sobre comercio de derechos de emisión contemplaba el funcionamiento, con carácter transitorio, del comercio de derechos de emisión, durante el período 2005-2007. Para ello, se establecía la necesidad de que cada Estado Miembro elaborara un Plan Nacional de Asignación 2005-2007 que debía ser presentado en Bruselas antes finales de Marzo del 2004. Cuando, en ese mismo mes, se celebraron las elecciones generales el proyecto estaba muy retrasado. El cambio de Gobierno que se produjo, como consecuencia del resultado electoral, complicó aún más las cosas. Finalmente, tras haber solicitado en Bruselas una prórroga del plazo, en agosto se inició la publicación de las normas que regulan el comercio de derechos de emisión y que aprueban el Plan Nacional de Asignación 2005-2007. A continuación reseñamos, cronológicamente, las principales³:

- Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE de 28/8/2004).
- Real Decreto 1.866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión 2005-2007 (BOE de 7/9/2004).
- Resolución de 7 de septiembre de 2004 del Secretario General de Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático, por la que se da publicidad al listado provisional de instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto.
- Propuesta de asignación por instalaciones (borrador) (25 de noviembre de 2004).
- Real Decreto 60/2005, de 21 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1.866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación 2005-2007 (BOE 28-1-05).
- Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto Ley 5/2005, de 11 de marzo, de reformas urgentes para el impulso a la productividad y para la mejora de la contratación pública (El Título III establece modificaciones a la Ley 1/2005, de 9 de marzo, ampliando el ámbito de aplicación)
- Real Decreto 1.264/2005, de 21 de octubre, que regula el Registro Nacional de Derechos de Emisión.
- Real Decreto 1.315/2005, de 4 de noviembre, por el que se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero en las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005.

La descripción del proceso, desde la perspectiva actual, sería la siguiente:

- El Real Decreto 1.866/2004, de 6 de septiembre, que aprueba el PNA, hace un reparto por sectores. Dicho reparto, a la vista de las peticiones realizadas, representa, en general, un grado de cobertura bastante elevado (véase cuadro nº 1.12).
- En general, se califica el Plan de “moderado y asumible” y se interpreta que lo que pretende es más estabilizar que reducir las emisiones. El Gobierno dejaría el esfuerzo reductor (que tendrá que ser serio, dada la gran desviación que existe en España entre las emisiones y los objetivos) para el periodo 2008-2012.

Cuadro 1.12 Reparto en millones de toneladas de CO₂ anuales para el periodo 2005-2007 y grado de cobertura de las peticiones señoriales

	Peticiones Sectoriales	Asignación del Gobierno	Cobertura (%)
Generación eléctrica	92,40	86,40	93,51
Refino de petróleo	16,57	15,97	96,39
Siderurgia	12,30	11,94	97,07
Cemento	30,08	28,50	94,73
Cal	2,74	2,44	89,15
Cemento y cal	32,82	30,94	94,27
Ladrillos y tejas	5,98	5,64	94,23
Azulejos y baldosas	1,20	1,17	97,18
Industria cerámica	7,18	6,81	94,72
Vidrio (sin fritas)	2,26	2,20	97,35
Fritas (partículas de vidrio)	0,70	0,68	96,43
Vidrio	2,96	2,88	97,13
Pasta papel, papel y cartón	5,60	5,35	95,54
Subtotal sector industrial	77,43	73,88	95,41
Total eléct. + industria	169,83	160,28	94,38
Otras cogeneraciones	-	12,03	-
Total	-	172,31	-

Fuente: Plan Nacional de Asignación de Emisiones

El impacto económico se estima en 85 millones de euros anuales, una cifra muy inferior a la estimada por algunas consultoras.

Se abre un plazo, hasta el 30 de septiembre, para solicitar las autorizaciones de emisión a las CC.AA. y los derechos correspondientes al Ministerio de Medio Ambiente.

La Resolución de 7 de septiembre de 2004, da publicidad al listado provisional de instalaciones incluidas.

El 26 de noviembre, se hace pública la propuesta de borrador de asignación por instalaciones. Ese era un momento muy esperado, sobre todo dentro del sector eléctrico, donde se habían producido ya polémicas entre las distintas compañías, sobre los criterios que el sector consideraba conveniente aplicar a la hora del reparto. La opinión general fue que el Gobierno había realizado un reparto de emisiones equilibrado entre las eléctricas, aún quedando claro que se premiaba la sustitución gradual de las centrales de carbón por las de ciclo combinado.

Se abre un periodo de información pública, con la consiguiente presentación de alegaciones, para, posteriormente, proceder a la aprobación del PNA definitivo por el Consejo de Ministros. Se presentaron 512 alegaciones.

La aprobación por el Consejo de Ministros se produce el 14 de enero de 2005 y por Real Decreto 60/2005, de 21 de enero, se aprueba el Plan Nacional de Asignaciones 2005-2007.

En relación con la Propuesta de borrador de noviembre de 2004, el PNA aprobado definitivamente por el Gobierno, a la vista de las alegaciones, presenta las siguientes diferencias:

- Aumenta el número de instalaciones de 926 a 957.
- Redistribuye el total de 174,56 Mt./año asignadas, aumentando la asignación al total de los sectores, de 168,21 a 171,20, a costa de disminuir la reserva para nuevos entrantes de 6,34 a 3,36 (se dijo por parte de los representantes del Gobierno que dicha reserva no será necesaria en su totalidad).
- El aumento de las Tm. asignadas al conjunto de los sectores afectados benefició, sobre todo, al sector eléctrico (que pasó de 84,56 a 85,40 Mt./año) y, dentro de él, a las centrales de carbón (se elevan en 0,45 Mt. los derechos asignados a este tipo de instalaciones en los tres años). Las empresas Endesa y Unión FENOSA, principales propietarios de las centrales de carbón, serían las más beneficiadas. Desde el Gobierno se aseguró que la entrada de ciclos combinados se había sobreestimado y que el carbón se había subestimado.
- Excepto los sectores Refino de petróleo y Siderurgia, el resto vio aumentada su asignación, a costa de la disminución de la reserva para nuevos entrantes.

A modo de resumen, el cuadro siguiente, ofrece las cifras de los tres momentos procesales: asignación por sectores, borrador de asignación por instalaciones y asignación definitiva.

Cuadro 1.13 Asignación por sectores definitiva y en los sucesivos borradores del Plan Nacional de Asignación de Emisiones

Sector	INSTS definitivo	INSTS 26-11-04	INSTS 7-9-04	DEFINITIVO		26-11-04		PNA BOE				
				Asignado	Reserva	Total	Asignado	Reserva ⁽¹⁾	Total	Asignado	Reserva ⁽²⁾	Total
Sector Eléctrico	204	211	192	85.400	1.000	86.400	84.560	1.840	86.400	84.560	1.840	86.400
Refino del petróleo	13	13	10	15.250			15.250			15.250		
Siderurgia	28	28	33	11.230			11.230			11.230		
Cemento	35	35	36	27.535			27.250			27.250		
CAL	25	24	26	2.456			2.280			2.280		
Tejas y ladrillo	289	255	309	4.750			4.248			5.550		
Azulejos y baldosas	22	23	20	875	1.994	73.880	852	3.580	73.880	1.120	3.580	73.880
Vidrio	37	37	34	2.244			2.170			2.170		
Fritas	22	19	21	677			630			630		
Pasta de papel, papel y cartón	114	110	151	5.288			5.150			4.810		
Instalaciones mixtas anexo I	1	1	0	1.581			1.230			0		
Total anexo I	790	756	832	157.286	2.994	160.280	154.850	5.420	160.280	154.850	5.420	160.280
Cogeneraciones no anexo I	165	168	234	12.238	364	12.602	11.890	920	12.810	11.110	920	12.030
Instalaciones mixtas no anexo I	2	2	0	1.682	0	1.682	1.474	0	1.474	0	0	0
Total no anexo I	167	170	234	13.920	364	14.284	13.364	920	14.284	11.110	920	12.030
Totales	957	926	1.066	171.206	3.358	174.564	168.214	6.340	174.564	165.960	6.340	172.310

⁽¹⁾ El listado publicado el 26-11-04 no incluía la reserva de nuevos entrantes. Se mantienen las del RD 1866/2004

⁽²⁾ El PNA publicado en el BOE incluía una desagregación sectorial orientativa para los sectores industriales Anexo I

Fuente: Plan Nacional de Asignaciones 2005-2007

Aprobado el PNA por Real Decreto 1.866/2004, de 6 de septiembre, y dada publicidad a la lista provisional de instalaciones incluidas en su ámbito por Resolución de 7 de septiembre de ese mismo año, se remiten ambos a la Comisión Europea para su aprobación.

La propuesta provoca, de entrada, varias objeciones:

- Falta de asignación individual (la propuesta borrador, como hemos dicho, se hace pública en noviembre de 2004 y su aprobación se produce en enero de 2005).
- En cuanto a la filosofía del Plan, se aprecia una apuesta excesiva por los demás Mecanismos Flexibles: 100 Mt.
- La lista de instalaciones se considera incompleta.

Aclaradas las dos primeras objeciones, la Comisión Europea aprobó el 27 de diciembre de 2004 el PNA, aunque de una forma condicionada que, no obstante, no supone un bloqueo para que España ponga en marcha el mercado de derechos de emisión en 2005.

La nueva condición consiste en que España tendrá que ampliar la lista de industrias afectadas para incluir las instalaciones de combustión de más de 20 MW que no han sido incluidas. El PNA solo había incluido las instalaciones de más de 20 MW de cogeneración que están conectadas a la red eléctrica. La Comisión Europea obliga ahora a que entren en el reparto de derechos las calderas, hornos y turbinas de más de 20 MW no conectadas a la red, que usan la energía para autoconsumo. Se trata de instalaciones que pueden pertenecer a sectores no afectados directamente por el mercado de derechos de emisión, pero que, por disponer de dichas instalaciones, han de ser incluidas en el PNA, por ejemplo, instalaciones en el sector químico, agroalimentario, textil o automovilístico.

Efectivamente, la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, incluía solamente en Actividades Energéticas:

1. Instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 20 MW incluyendo:
 - a) Instalaciones de producción de energía eléctrica de servicio público.
 - b) Instalaciones de cogeneración que producen energía eléctrica en régimen ordinario o en régimen especial, independientemente del sector en que dan servicio.

Para resolver la objeción se utilizó el Real Decreto Ley 5/2005, de 11 de marzo, de reformas urgentes para el impulso a la productividad y para la mejora de la contratación pública, para incluir en el Título III, sobre Medio Ambiente, un artículo, el treinta y tres, titulado “modificación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que

se regula el régimen de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero". El apartado seis de dicho artículo añade un párrafo c), al apartado 1 del Anexo I de la Ley, que dice: "otras instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 20 MW no incluidas en los apartados 2 a 9".

El apartado 4 del mismo artículo treinta y tres añade un apartado segundo al contenido de la disposición transitoria primera que dice: "el Gobierno, mediante real decreto a propuesta de los Ministros de Economía y Hacienda, de Industria, Turismo y Comercio y de Medio Ambiente y previa consulta a las comunidades autónomas, aprobar, antes del 31 de diciembre de 2005, una modificación del Plan nacional de asignación de derechos de emisión 2005-2007. Dicha modificación tendrá por finalidad establecer la cantidad adicional de derechos de emisión necesaria para asignar derechos a las instalaciones a las que hace referencia el apartado tercero de la disposición transitoria segunda, de acuerdo con los criterios y la metodología de asignación recogidos en el Real Decreto 1.866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan nacional de asignación de derechos de emisión 2005-2007".

Con objeto de cumplir dicho mandato, en los últimos días de noviembre de 2005 se ha hecho pública la "propuesta de asignación a las instalaciones de combustión afectadas por la ampliación del ámbito de la Ley 1/2005. Dicha propuesta se somete al trámite de información pública, desde el 5 al 29 de diciembre, con objeto de que, una vez tenidas en cuenta las alegaciones, se apruebe por el Consejo de Ministros y puedan las instalaciones incorporarse en 2006 al mercado de emisiones.

La propuesta incluye, principalmente, como instalaciones afectadas: dispositivos para la generación eléctrica, cogeneraciones, calderas, turbinas y motores, pero excluye "aquellos dispositivos, como hornos, en los que las instalaciones productivas utilizan de forma directa el calor de la combustión en el proceso de fabricación, e incineradores y antorchas, que constituyen equipos de seguridad o de eliminación de materiales de proceso".

La asignación total, para cada instalación, resulta de la suma de asignaciones por cogeneración y/o de combustión. Las asignaciones se hacen a "dispositivos de combustión que así lo han solicitado". Es importante tener en cuenta que para los sectores puede ser interesante conseguir derechos adicionales y para los no afectados puede resultar interesante entrar en el mercado de derechos de emisión y aprovecharse de oportunidades de ahorro energético con el incentivo de la venta de derechos. De hecho, antes de que la Comisión Europea planteara la objeción, algunas empresas ya lo habían pedido.

Coincidiendo en las fechas con la propuesta anterior, se ha hecho pública una propuesta de asignación, sometida a información pública, para nuevos entrantes: "un primer conjunto de instalaciones que en los meses recientes han solicitado asignación".

De acuerdo con el artículo 2K de la Ley 1/2005, se considera nuevo entrante a “una instalación o una renovación de la autorización debido a un cambio en el carácter o el funcionamiento de la instalación o una ampliación de ésta con posterioridad a la notificación a la Comisión europea del Plan Nacional de asignación”.

Para que el mercado de derechos de emisión pueda funcionar, tienen que estar creados y en funcionamiento los Registros nacionales, en los que las empresas tendrán abierta una cuenta y en el que se anotarán las operaciones de compraventa de derechos. Esos Registros Nacionales han de estar revisados y autorizados por la Comisión Europea.

La fecha prevista por Bruselas para la puesta en marcha del mercado fue, en principio, el 28 de febrero de 2005. Sin embargo, los retrasos surgidos en la revisión de los distintos Registros aconsejaron aplazarla hasta mediados de abril.

En España, a primeros de año ya se había decidido que la empresa Iberclear sería la encargada de gestionar el Registro Nacional de derechos de emisión (Renade). Posteriormente, hubo que decidir oficialmente el software que utilizaría el Registro.

Promulgada la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, quedaba pendiente la norma que debía regular el Registro. Asimismo, estaba pendiente la norma que debía concretar los requisitos que deben cumplir las certificaciones de las declaraciones anuales de emisiones que las empresas han de hacer anualmente.

En la fecha fijada inicialmente por la Comisión Europea para la puesta en marcha del mercado, el 28 de febrero, España tenía “hechos los deberes”, con la licencia del software de registro y su protocolo de gestión técnica a falta de la verificación técnica y la aprobación por parte de la Comisión. Esta no se producía, según unas versiones, porque la Comisión “estaba desbordada” y, según otras, porque el Registro español tenía aún problemas técnicos.

Finalmente, el Renade, superados todas las pruebas técnicas de la Comisión Europea, entró en funcionamiento el 20 de Junio de 2005. Su puesta en marcha era el paso que estaba esperando SendeCO₂, la plataforma donde cotizarán y negociarán los derechos en España, para empezar a funcionar. De hecho, el español fue el noveno registro de los veinticinco que empezó a funcionar.

Una característica interesante del mercado de derechos de emisión es que, además de las empresas a las que han sido asignados derechos, podrán participar en el mercado, es decir, podrán tener una cuenta abierta a su nombre en el Renade, otras personas físicas o jurídicas, por ejemplo, intermediarios, ONG (que quieran cancelar derechos como forma de colaboración con la reducción de emisiones), etc.

La única posibilidad de incorporar nuevos derechos al mercado es utilizando los obtenidos a través de un Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Esta posibilidad ha sido, desde el principio, muy tenida en cuenta, tanto por el Gobierno como por las empresas.

Recuérdese que una de las objeciones que la Comisión Europea puso al recibir el PNA español fue el, a su juicio, excesivo recurso que se hacía (100 Mt.) a los MDL para la consecución de los objetivos. Dada la enorme desviación de las emisiones reales frente a los compromisos asumidos por España (45% de aumento sobre 1990, a finales de 2004, frente al 15% de objetivo para 2012) y dado que el Gobierno asumía la preocupación del sector empresarial por el coste, en términos financieros y de pérdidas de competitividad, de un PNA que fuera acorde con la necesidad de una reducción de emisiones tan drástica, se optó por un recurso amplio a los MDL.

Con ese objeto, el Gobierno tomó una serie de iniciativas. Una de ellas fue crear un Fondo Español de Carbono, dentro de las experiencias que el Banco Mundial estaba ya gestionando. El Gobierno se compromete a financiar dicho fondo con 170 Mill. de euros, para obtener 34 Mt. de CO₂, debiendo cada empresa aportar 2,5 Mill., como mínimo, para cubrir parcialmente una ampliación de otros 10 Mt. Por tanto, se requiere la participación de 20 empresas. El Fondo Español de Carbono se destinará a proyectos de eficiencia energética y renovables en Latinoamérica (MDL) o en Europa del Este (Implementación Conjunta).

De hecho, con anterioridad a esta iniciativa, ya había empresas como Endesa y Gas Natural que participaban en fondos gestionados por el Banco Mundial, como el Fondo de Carbono para el Desarrollo de las Comunidades (CDCF).

Al margen de la iniciativa anteriormente citada, el Gobierno español ha propiciado la firma de acuerdos (a través de la Corporación de Fomento de la Región Latinoamericana) para el desarrollo de proyectos limpios. En octubre de 2005 se habían firmado 16 acuerdos. En ese mismo mes la Corporación Andina de Fomento (CAF) firmó en España un acuerdo para crear la Iniciativa Iberoamericana de Carbono para gestionar 9 Mt. de CO₂. Por otro lado, el Ministerio de Medio Ambiente mantiene conversaciones y firma acuerdos con numerosos países latinoamericanos.

1.3.6 EL PAPEL DE LAS CC.AA. EN LA RESPUESTA ESPAÑOLA AL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Título VIII de la Constitución establece el reparto de competencias entre el Estado y las CC.AA. en materia de medio ambiente. Concretamente, el artículo 148-1º 9 dice: "las CC.AA. podrán asumir competencias en la gestión en materia de protección del medio ambiente". El mismo artículo, en su apartado 23 dice: "El Estado tiene competencia exclusiva en la legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las CC.AA. para establecer normas adicionales de protección".

Esta realidad, en cuanto a la estructura territorial de nuestro país, que produce uno de los niveles de descentralización política y administrativa más elevados del mundo, en opinión de la Agencia Internacional de la Energía, debería favorecer una situación de descentralización y coordinación muy fructífera en la lucha contra el Cambio Climático.

La propia Directiva sobre régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (Exposición de motivos.12. Procedimiento de concesión de permisos) dice: "las autoridades competentes de los Estados Miembros concederán permisos de emisión de gases de efecto invernadero. Esas autoridades podrían ser las mismas que aplican la directiva IPPC u otras nuevas, según prefiera cada Estado miembro" y el Libro Verde sobre el comercio de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea, del año 2000 en su página 12 dice: "el comercio de derechos de emisión debe formar parte integrante de un marco coherente de políticas y medidas comunes y coordinadas para cumplir los compromisos de Kioto".

Puede pensarse que los pasos dados hasta el momento van en esa dirección, tanto en lo que se refiere a la integración de las políticas como a la participación y coordinación de las "autoridades competentes" en la materia. En el Consejo Nacional del Clima, del que hemos hablado anteriormente, cada una de las 17 CC.AA. tiene un representante en el Pleno (que está formado por unas 50 personas) y cuatro representantes del conjunto de las CC.AA. forman parte de su Comisión Permanente (compuesta por 19 personas). Habida cuenta de que, como indica el artículo 6.1 del Real Decreto 1188/2001 que regula la composición y funciones de dicho Consejo "corresponde a la Comisión Permanente el seguimiento ordinario de las funciones encomendadas al Consejo Nacional del Clima", queda a cada cual la consideración de si el peso relativo de las CC.AA. en el órgano que elabora, sigue y evalúa la Estrategia Española de lucha frente el Cambio Climático y que elabora propuestas y recomendaciones para definir políticas y medidas, es el adecuado o no, a la vista de las consideraciones hechas sobre el grado de descentralización

política y administrativa que determinan las normas vigentes en nuestro país y de las recomendaciones de las normas europeas en la materia.

1.3.7 LA RESPUESTA DE LOS DISTINTOS PAÍSES MIEMBROS

La historia de las acciones y las actitudes presenta una variada casuística entre los distintos países. Aunque la evolución de los acontecimientos en la escena internacional, en un progresivo y relevante esfuerzo de coordinación, ha marcado unas pautas que, en general, han ido estableciendo los pasos del proceso, éste se ha producido de manera diferente en cada país. En alguna medida, podría decirse que, así como algunos han sido arrastrados por las consecutivas adopciones de acuerdos internacionales, otros en cambio, tenían sus propios impulsos previos independientes y/o han servido de motor para los acuerdos.

Así pues, hasta el momento en que se concretan los compromisos del Protocolo de Kioto, en cada país se había ido produciendo una evolución diferente, resultado tanto de sus propias convicciones y la conciencia adquirida sobre el tema, como de la previsión de los ineludibles compromisos que habría que adoptar a la vista del desarrollo de los acontecimientos.

Cuando finalmente se cuantifican los compromisos, la posición de cada país es, pues, diferente como consecuencia de esos precedentes. Además, claro está, de que los resultados de la negociación hayan sido más o menos favorables o ajustados, e independientemente de que, para algunos los niveles de referencia (1990) deban reducirse y para otros puedan ser incrementados, aunque sólo en determinada proporción.

Es entonces cuando los Países miembros de la Unión Europea incurren en la obligación de elaborar una Estrategia Nacional de Lucha contra el Cambio Climático, que va a ser considerada como el instrumento de referencia, a partir de ese momento, en la planificación de todas las actuaciones. Bien entendido, por supuesto, que simultáneamente la Unión Europea, como se ha visto, trabaja permanentemente en la elaboración de una política común que sirve de marco para las programaciones nacionales. Por su parte, los diez nuevos Países miembros están procediendo a la elaboración de sus Estrategias, lo que ya han llevado a cabo varios de ellos.

Comparación de las distintas Estrategias

ANTECEDENTES

Como se apuntaba anteriormente, cuando se produce la adopción de los compromisos de Kioto, prácticamente en todos los países ya se estaban implementando medidas de lucha contra el cambio climático. Aunque en algunos casos se trataba de medidas no articuladas –lo que no quiere decir que resultaran menos eficientes–,

en otros, el esfuerzo se había producido de una manera absolutamente planificada y sistemática que había dado lugar al desarrollo de auténticos programas nacionales del clima. Seguramente el papel pionero en este camino corresponde a Suecia, que ya en los años 70 adoptó medidas para reducir la dependencia del petróleo, si bien es cierto que lo hizo, sobre todo, en un contexto de preocupación por el precio del mismo, y que en 1991 elaboró una auténtica estrategia. De igual manera pueden constatarse otros ejemplos: la puesta en marcha de un primer plan en 1990 en Holanda; en 1993 en Francia; o en 1994 en Bélgica y en Grecia.

La experiencia de dichas acciones mostró resultados mejores o peores, pero frecuentemente alejados de los objetivos. Las razones de los incumplimientos podían deberse en ocasiones, como se expresa en el caso de Irlanda, a cifras de crecimiento de la economía o de la población mayores de lo esperado, pero en los demás casos tendría necesariamente que deberse a un cálculo incorrecto sobre la eficacia de los instrumentos movilizados o a una insuficiente implementación de los mismos. Dicha experiencia debía resultar ejemplar y plantear la necesidad de unas previsiones más rigurosas y realistas. El objetivo queda reconocido en muchas de las estrategias como la necesidad de disociar el crecimiento económico del crecimiento de las emisiones.

De hecho, la lectura de las estrategias revela hasta qué punto en el momento de elaborar los programas, muchos se enfrentaron a la realidad de tendencias poderosamente resistentes a la disminución de las emisiones. Situación que también se ponía de manifiesto en el apartado 1.2.2, el cual al mostrar la desviación que se producía para cada país en relación con los objetivos de Kioto, permitía ver las enormes diferencias existentes. Así, en el año 2003 Suecia había cumplido ampliamente el objetivo, Reino Unido y Francia lo habían hecho aunque en menor medida y además entre los nuevos países miembros existen muchos que están muy por debajo del nivel de las emisiones permitidas, como Lituania, Letonia, Estonia, Polonia, Hungría, Eslovaquia o la República Checa. En el extremo opuesto, la peor situación, la de España, a una gran distancia del objetivo, o las de Austria, Portugal, Irlanda, Luxemburgo, o Italia también lejos del mismo, aunque en menor proporción. Entre las situaciones intermedias se encontraban países relativamente cerca del objetivo, sobre todo Grecia y Alemania. En Finlandia se han observado variaciones muy importantes a lo largo de los años 90, dependiendo de la coyuntura económica.

PLANTEAMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS

La actitud ante los compromisos revela, en bastantes ocasiones, un grado de convicción que se puede manifestar en la forma en que muchos países planifican para el futuro ulteriores disminuciones a las comprometidas. Como el Reino Unido, cuya estrategia parece insistir ya especialmente en los propósitos para etapas posteriores,

como Holanda con su paquete de innovación de tecnologías e instrumentos o Bélgica con el de medidas conceptuales o en fase de estudio. Pero sobre todo se pone de manifiesto en casos en los que se establece un objetivo interno más exigente que el de Kioto. Tal es el caso de Reino Unido que, frente a un compromiso de disminuir un 12,5%, el conjunto de los gases de efecto invernadero añade el objetivo interno de reducir el CO₂ en un 20%, o el de Alemania, que frente a un 21% de reducción del conjunto de gases integra además el de un 25% para el CO₂. Aunque continúa resaltando el caso de Suecia, en donde existiendo un objetivo de Kioto de no superar un incremento del 4%, se establece uno interno de reducción de un 4% también para el conjunto de los gases, y se definen fines mucho más ambiciosos a largo plazo.

El contenido de las estrategias muestra las responsabilidades de cada sector en las emisiones de cada país, expresando así las respectivas singularidades. Pueden pues observarse cuestiones peculiares, como por ejemplo que en Irlanda el sector con mayor peso relativo en el conjunto de emisiones sea el agrario, que ese sector también produzca en Suecia un nivel importante de emisiones de CH₄, que en Grecia el 50% de las emisiones de CO₂ se deba a la producción de energía a partir de lignito térmicamente pobre, o que en Finlandia la mayor parte de las emisiones de CO₂ se deban a la combustión sobre todo de turba.

Sin embargo, lo cierto es que en la mayor parte de los países de la EU15 se puede observar un patrón con relativas similitudes, en el que el peso de las emisiones se reparte fundamentalmente entre los sectores de energía, industria, transportes y otros. Según datos de 2001, el sector de la energía resulta ser en bastantes ocasiones el principal responsable, oscilando su participación relativa en el conjunto de emisiones entre las cifras más altas de Grecia, con el 43%, Dinamarca con el 39%, Alemania el 35%, o Finlandia con el 34%, y las cifras más bajas, entre las que destaca Luxemburgo con el 4%, Francia con el 10%, Suecia el 15% y Austria el 17%. También detenta especial protagonismo el sector industrial, aunque no se producen cifras tan altas como en el caso anterior, variando en este caso entre las mayores de Luxemburgo con el 39%, Bélgica el 33% y Suecia o Austria con el 27%, y las más bajas de Dinamarca el 12% y Grecia, Alemania y Reino Unido en torno al 18%. Respecto al sector de otros, adquiere su mayor importancia en Luxemburgo, con un 23%, Bélgica un 21% y Alemania, Francia y Reino Unido en torno al 19%, mientras que sólo significa el 7% en Grecia, el 9% en Portugal y España y poco más en Finlandia. Finalmente, el sector de transportes presenta un interés particular, ya que los datos muestran que es el que presenta mayor homogeneidad en cuanto a su contribución al total de emisiones en cada uno de los países; de hecho, las cifras oscilan desde el 29% de Suecia, el 26% de Francia y Luxemburgo, el 24% de España e Italia o el 23% de Austria y Portugal, hasta el 16% de Holanda, Irlanda, Finlandia y Bélgica o el 18% de Grecia o Dinamarca.

También la comparación de las cifras por sectores en distintos años que revelan las estrategias puede conducir a detectar en cuáles de dichos sectores se producen las mayores tensiones. En este sentido, la cuestión más destacable es la tendencia creciente que de manera absolutamente generalizada se produce en el sector de transportes. Así sucede en Francia, donde también existe preocupación en energía, construcción y terciario. En Irlanda, donde es en este sector en el que se prevé mayor incremento. O en Alemania, donde se constata la necesidad de invertir la tendencia en transportes y doméstico, habiéndose producido una reducción en energía e industria. Y en Austria, Bélgica, Italia, Luxemburgo, Holanda, Portugal, España, e incluso en Reino Unido y Suecia, donde se han conseguido resultados significativos en el resto de los sectores.

En lo que respecta al peso relativo de los distintos gases, lógicamente se produce una coherencia con el peso de los distintos sectores, como por ejemplo mostraría la importancia de las emisiones de N_2O y CH_4 en Irlanda. De cualquier manera, el patrón en este caso resulta realmente homogéneo en el sentido del absoluto predominio del CO_2 , si bien aún pueden observarse algunas diferencias que van desde el 90% que significa este gas frente al conjunto en Luxemburgo, el 88% en Alemania, o el 84% en Bélgica, hasta el 66% de Irlanda, o el 73% en Francia. Respecto al CH_4 destacan Irlanda con un 18% y Francia con un 11% frente a Alemania con un 5%.

POLÍTICAS Y MEDIDAS

Enfrentados al cumplimiento de sus respectivos objetivos, los distintos países han realizado en primer lugar una valoración del grado en que utilizarán el mercado de derechos de emisión, los mecanismos de desarrollo limpio o de implementación conjunta y el secuestro de carbono por los sumideros, haciendo uso así del conjunto de instrumentos que permite el Protocolo para evitar la reducción de sus emisiones.

En este sentido, ha habido actitudes muy diversas, que se plasmaron ya en el proceso de negociación, desde la de aquéllos que apoyaban contundentemente la necesidad de introducir la máxima flexibilidad hasta la de otros que, como Suecia o el Reino Unido, se mostraban extremadamente cautos, preocupados por la forma en que esta manera de proceder pudiera menoscabar la consecución del resultado final que debería ser la disminución de las emisiones.

Así, descontando la utilización de los diversos mecanismos, cada país ha establecido la disminución necesaria de sus emisiones para la que ha planificado un conjunto de políticas y medidas.

Para definir éstas se ha seguido por una parte un planteamiento sectorial. El enfoque de este tipo abordado por las distintas estrategias presenta características metodológicas con bastantes similitudes. Ciertamente, se puede establecer una

desagregación en sectores que sirva para cualquier país, con ligeras variantes que pueden ser homogeneizadas con relativa facilidad, de la manera siguiente:

- Sector de la Energía.
- Sector Industrial.
- Sector de Transportes.
- Sector Residencial, Público y Terciario.
- Sector Agrario.
- Sector de Residuos.

Respecto al conjunto de medidas que se están estableciendo en cada uno de estos sectores, cuando posteriormente en los capítulos 3 y 5 se hace un tratamiento diferenciado de cada uno de ellos para Castilla y León, se plantea un catálogo de políticas y medidas posibles que recoge las que pueden estarse utilizando en los distintos países.

Por otra parte, el análisis de las políticas y medidas puede realizarse desde un enfoque transectorial, y desde esta perspectiva adquiere una relevancia especial el estudio del papel creciente que está desempeñando el uso de los instrumentos fiscales y en general de los llamados instrumentos económicos de intervención frente a los tradicionales instrumentos de regulación.

Aunque de manera muy sucinta, conviene recordar que las ventajas que se le atribuyen a los llamados instrumentos económicos están relacionadas con la presunta mayor eficiencia de los mismos, en la medida en que consiguen los resultados medioambientales perseguidos al mínimo coste (eficiencia estática) y que constituyen un incentivo a la adopción de acciones adecuadas desde el punto de vista medioambiental (eficiencia dinámica). Sin entrar aquí en los interesantes debates suscitados respecto a las ventajas e inconvenientes alternativos de estos instrumentos, no cabe duda de que tanto el marco establecido por el propio Protocolo como las decisiones nacionales adoptadas en las distintas estrategias han apostado en esta dirección.

MECANISMOS FLEXIBLES

Un instrumento de mercado que viene experimentándose desde hace años en aras de esa eficiencia es el mercado de derechos de emisión. Las experiencias existentes se han referido a distintos tipos de emisiones y, si en un primer momento se desarrollaron primordialmente en los EE.UU., posteriormente varios países europeos los fueron introduciendo, en relación con las emisiones de CO₂ en el contexto de la lucha contra el cambio climático.

El Protocolo de Kioto ha supuesto la consolidación de estas posiciones desde varios puntos de vista. Por una parte, asume las ventajas de la utilización de este instrumento con objeto de reducir las emisiones de la manera más eficiente posible,

estableciendo el ámbito más amplio, el internacional para el funcionamiento del mismo. Además, introduce otros mecanismos flexibles, el de Desarrollo Limpio y el de Implementación Conjunta de concepción absolutamente específica para la consecución de los objetivos del Protocolo. No se puede olvidar que la característica de eficiencia que se le atribuye a los mecanismos que estamos analizando, como instrumentos económicos frente a los reguladores, había sido considerada de gran importancia en muchos de los países, donde incluso se han planteado la instauración de mercados internos de derechos entre las medidas dirigidas a mejorar el uso de la energía y el recorte de costes en las industrias.

Por otra parte, los mecanismos flexibles pueden servir para alcanzar los compromisos vinculantes, de tal manera que en algunos países la programación efectuada conlleva una reducción de las emisiones internas inferior a dichos compromisos, precisamente porque se confía en la utilización de estos mecanismos que implican reducción en otros puntos del planeta⁴. Indudablemente, esta expectativa es posible porque en otros países la eficacia de sus medidas internas les sitúa en la posición de vendedores netos. Esta perspectiva hace referencia a la dimensión internacional del uso de este instrumento.

En cuanto a las medidas adoptadas internamente por cada país, al estudiar las Estrategias puede verse cómo las primeras medidas existentes suelen ir dirigidas, sobre todo a un consumo racional de energía, el uso de energías renovables, calor y electricidad, etc. mediante principalmente la utilización de medidas reguladoras. Es así, aunque también es bastante común el uso de subvenciones y en varios países se había ido abriendo camino el uso creciente de la fiscalidad, a veces al hilo de las denominadas reformas fiscales verdes y en el contexto de la posibilidad de obtención de un “doble dividendo”, y se estaba apostando cada vez más por los acuerdos voluntarios.

Al constatarse en muchos casos la insuficiencia de las medidas existentes y plantearse nuevos bloques de medidas, bajo la influencia de los países pioneros en la reforma de la fiscalidad, y en una tendencia a la profundización de las mismas, es cuando se hace patente la inclusión generalizada de los instrumentos fiscales y también de los económicos en su conjunto, en la presumible aceptación teórica de la idea de su eficiencia.

FISCALIDAD

Por una parte, se puede pues observar cómo hay países que han establecido un impuesto sobre el CO₂, convirtiéndolo incluso en ocasiones en una figura protagonista del sistema. En Finlandia se establece esta figura en 1990. En 1991 en Noruega y Suecia, que la establece en el marco de una reforma fiscal verde y la ha incrementado varias veces, planificando en el año 2001 una estrategia para profundizar

en la reforma. En 1992 en Holanda y Dinamarca, en cuya Estrategia se reflexiona sobre cómo el impuesto existente sobre el CO₂, así como la imposición sobre la energía están contribuyendo significativamente a las reducciones en el sector doméstico y que el sector transportes también está muy gravado, por lo que no se considera coste-efectivo incrementar la imposición y en el sector de energía e industria parece mejor la puesta en marcha del mercado de derechos. En el Reino Unido también se había implantado la “climate change levy” antes de 1997. En Alemania se instrumenta la reforma fiscal verde en 1998 con incrementos graduales de precios energéticos en todos los sectores. En Italia se instaura en 1998 un impuesto sobre el carbono, que se concibió con previsiones de incrementos hasta el 2005, pero quedó congelado en los niveles de 1999. En Francia se crea en 1999 el impuesto general sobre las actividades contaminantes. En otros países se expresa la intención de desarrollar la reforma fiscal verde, como Austria que la planteaba para el año 2005, o Irlanda que planeaba una imposición sobre el CO₂ a partir del año 2002 sobre una base incremental por etapas. O Bélgica, en donde se propone una reforma de esa naturaleza a nivel europeo, valorando en su caso el establecimiento a nivel nacional. O Portugal, en cuya Estrategia se habla de la necesidad de empezar los estudios para valorar la posibilidad de una reforma fiscal de naturaleza ambiental, en la que un impuesto de esta naturaleza desempeñaría un papel protagonista.

España es el país que ha permanecido más al margen de estas tendencias de reforma fiscal y hasta el presente no ha incluido en su sistema impositivo este tipo de consideraciones, si bien en el Borrador de la Estrategia se habla del importante papel que puede desempeñar la fiscalidad y se considera necesario seguir explorando la manera de introducir las consideraciones relativas al cambio climático en la política fiscal⁵.

Por otro lado también son comunes en las Estrategias las referencias a medidas relativas a la imposición sobre los vehículos. En Finlandia son considerados un instrumento importante, pretendiendo que los impuestos sobre vehículos de motor nuevos sean reformados y adaptados según el consumo de combustible. En el Reino Unido, se prevén modificaciones en el impuesto sobre los vehículos y sobre las compañías automovilísticas como complemento de los acuerdos voluntarios. En Holanda, se pretendía diferenciar en función del CO₂ en los impuestos sobre vehículos MRB y BPM, penalizando las emisiones por encima de las técnicamente factibles, o incentivar el uso de instrumentos en los vehículos (computadores a bordo, limitadores de velocidad) que reduzcan el CO₂, excluyendo su valor de la base usada para el BPM, o crear incentivos adecuados para reducir el uso de coches privados. En Portugal se hablaba de modificar el impuesto sobre los automóviles y el impuesto sobre la circulación. En Italia se prevé una revisión del método de cálculo en el impuesto sobre la propiedad de vehículos y su correlación con tests periódicos, no considerando sólo la potencia, sino también el peso, y realizando

devoluciones de las inspecciones anuales de tráfico. En Luxemburgo se manifiesta la intención de “ecologizar el impuesto sobre vehículos automóviles...”

Es igualmente habitual confiar en formas de la imposición sobre la energía como sucede explícitamente en Finlandia. En el Reino Unido se preveía una revisión para el año 1999 del impuesto sobre combustibles y, entre las medidas adicionales, se planteaba un paquete de imposición en la industria en el que se permitiría la exención del impuesto de las fuentes renovables de energía y la cogeneración de calor y electricidad. En Francia se apoya una dualidad en la imposición sobre la electricidad: una general, suplementada por otra de acuerdo al contenido en carbono del combustible usado; por otra parte, se proyectaba un gradual incremento en el impuesto sobre la energía y una gradual reducción en la diferencia de los tipos entre gasolina y gasóleo. En Holanda se planificó el incremento en el impuesto regulador de la energía y en la accisa sobre combustibles. En Italia también se proyecta un incremento y una reformulación de los impuestos especiales. En Portugal se hablaba de una reforma basada en la imposición sobre la energía. En Luxemburgo de instaurar un impuesto sobre la electricidad y, en el marco comunitario, un impuesto ecológico sobre la energía. En España también se habla de modificar la fiscalidad del transporte por carretera, aumentando los impuestos sobre carburantes y modificando la estructura impositiva en función de las emisiones. Evidentemente, la dirección que en la actualidad están adoptando estas políticas viene necesariamente condicionada por la Directiva 2003/96/CE del Consejo de 27 de octubre de 2003 por la que se reestructura el marco comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad. Finalmente, también se plantean diversas medidas de variada naturaleza, como en Suecia donde se produjo una decisión de recaudar el IVA sobre cualquier uso de la energía, aunque con algunas excepciones, o en Bélgica donde se propone la introducción de ecoreembolsos, mediante disminuciones de IVA y accisas.

Una interesante cuestión en este aumento de la fiscalidad es el destino que se le da a los ingresos. Algunos, desde la teoría del doble dividendo, los afectan bajo un principio de total compensación a disminuir las cargas del trabajo, como sucede en Suecia, Francia, o Alemania, mientras que otros los dedican también al suministro de bienes de naturaleza esencial o a la financiación de acciones dirigidas a la lucha contra el cambio climático. Así sucede en el Reino Unido, donde se pretendía la creación de un Fondo de Carbono que reciclaría los ingresos a la adopción de medidas coste-efectivas. En Irlanda se concibió un sistema de reciclaje que serviría para suavizar la situación de las empresas más afectadas, aunque sin aislarlas totalmente del efecto del impuesto, para reducir los costes salariales y la imposición indirecta, y para incentivar el gasto en acciones de lucha contra el cambio climático. En Bélgica se proponía usar los ingresos para disminuir las cargas del trabajo, y realizar otras

medidas en sanidad, transportes, cooperación, etc. En Italia se afectarían los ingresos a medidas de reforestación y otras en diversos sectores para ayudar a reducir las emisiones.

Finalmente, una cuestión relevante en el tema que estamos considerando es la del papel que pueden desempeñar las jurisdicciones de nivel subcentral en el establecimiento de figuras medioambientales. En España, curiosamente, ha sido en el ámbito regional en el que se han producido actuaciones en este sentido. En lo que se refiere a la imposición sobre emisiones a la atmósfera, existen tres Comunidades Autónomas que han establecido un tributo, Galicia en 1995, Castilla-La Mancha en el 2001 y Andalucía en el 2004, aunque solamente en esta última se incluyen en el hecho imponible las emisiones de CO₂⁶. La posibilidad de que las CCAA establezcan este tipo de figuras debe ser considerada con sumo interés y cuidado, valorando el marco de restricciones en que se mueven dado el sistema de financiación autonómica, sin perder de vista cómo el uso de estos tributos responde no sólo a objetivos medioambientales, sino que sobre todo tiene una finalidad recaudatoria, y dedicando una atención especial a la forma en que se diseñan según que los efectos contaminantes que se trata de evitar afecten en una u otra medida a agentes de distintos territorios.

Notas

¹ Véase en el gráfico 1.1.

² Margot Wallström, Ex-Comisaria Europea de Medio Ambiente. Discurso pronunciado en la Conferencia del Programa Europeo para el Cambio Climático (Bruselas, 2 de Julio de 2001).

³ A diciembre de 2005.

⁴ En cualquier caso debe recordarse que en Kioto y en las posteriores COP, para evitar excesos o abusos, se ha insistido en que de ningún modo los mecanismos flexibles deben eximir a una Parte de tomar medidas internas.

⁵ Precisamente en los últimos meses vienen produciéndose declaraciones en el sentido de que la reforma de la fiscalidad –todavía sin concretar– que se está diseñando incluirá algún elemento de fiscalidad medioambiental.

⁶ Son muchas las figuras de naturaleza medioambiental que han establecido las CCAA (cánones de saneamiento, vertidos, residuos, etc.), pero citamos tan sólo las que se refieren a emisiones atmosféricas. En particular la Comunidad de Castilla y León es una de las que, hasta el presente, menos ha hecho uso de estos instrumentos.



2. Castilla y León ante el Cambio Climático

2.1 Previsiones sobre las consecuencias del problema para Castilla y León

Entre las conclusiones recogidas en los informes sobre las consecuencias del cambio climático, a los que se aludió en el apartado 1.1, puede resultar oportuno recordar ahora las predicciones que se hacen en algunos de ellos sobre España y, dentro de lo posible, sobre el territorio que podría identificarse con nuestra Comunidad Autónoma.

En primer lugar, como vimos entonces, existe ya una alusión en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC, cuando se hace referencia a que, en el caso del continente europeo, la mayor vulnerabilidad se produciría en el Sur.

A su vez, en el informe de la AEMA se afirma que entre las zonas que mayor cambio sufrirá se encuentra la Península Ibérica. Concretamente, en cuanto a la elevación de las temperaturas, se dice que en 2080 en la Meseta Central el aumento puede ser de 4,5° C. Asimismo, se prevé que en 2070, en España, los ríos pueden haber perdido un 50% de su caudal.

Aún más, el llamado Informe Prudente dice que España será la zona más afectada del Continente por el calentamiento global. Las temperaturas podrían aumentar hasta finales de siglo 6° C en verano y se produciría una disminución de las precipitaciones a lo largo de todo el año, pero, sobre todo, en primavera y en verano. Las alteraciones que esto induciría en la agricultura, en los ecosistemas, en los recursos hídricos o en actividades socio-económicas, como el turismo, serían serias.

Finalmente, en el informe coordinado por el Profesor Moreno, de la Universidad de Castilla-La Mancha se asegura que España es uno de los países más vulnerables al cambio climático, corroborando lo advertido por el IPCC y la AEMA. Concretamente, dentro de los escenarios, uno más optimista y otro más pesimista, que se contemplan, en el interior de la Península las temperaturas podrían aumentar entre 5 y 7° C en verano y entre 3 y 4 en invierno. En cuanto a las precipitaciones, se considera

previsible que aumenten en el Noroeste y disminuyan en el Sureste, aunque en verano el descenso será máximo en todo el territorio, excepto en Canarias. En los mapas en que se reflejan las anteriores predicciones, el territorio en el que se considera posible que aumenten en invierno las precipitaciones incluye una parte muy pequeña de nuestra Comunidad Autónoma. Para el conjunto de España el Informe asegura que el cambio climático afectará a los ecosistemas, lo que tendrá consecuencias sobre el abastecimiento de agua, la agricultura, la pesca y el turismo.

Como puede verse, existe una coincidencia bastante significativa entre las predicciones realizadas, que ilustrarían sobre las consecuencias indeseables de ser cierta la consideración de este escenario

2.2 Las emisiones en Castilla y León

Indudablemente, para situar la región de Castilla y León en el contexto del problema del cambio climático y del Protocolo de Kioto, resulta prioritario el conocimiento de las emisiones de GEI que se realizan en dicho territorio. Dicha información resulta imprescindible tanto porque muestra la contribución de la región a la generación del problema, como por el hecho de que las actividades emisoras realizadas en Castilla y León se verán afectadas por las medidas adoptadas para combatir el cambio climático.

Puesto que no existen publicaciones estadísticas oficiales de ámbito regional, el conocimiento de las emisiones se ha abordado desde distintos ángulos, tal y como se muestra a continuación.

2 2.1 LAS EMISIONES SEGÚN DATOS DEL MMA

2.2.1.1 Consideraciones metodológicas

A pesar de que efectivamente no se publican estadísticas oficiales de emisiones de G.E.I. para las distintas regiones, pudimos constatar que naturalmente el Ministerio de Medio Ambiente disponía de esa información, por lo que consideramos que la primera e imprescindible opción era solicitar del Ministerio dichos datos. Efectivamente, éstos nos fueron facilitados, de acuerdo a nuestra petición, desde el año 1990 (año base para la aplicación del Protocolo) hasta el último disponible, el 2003.

La información suministrada ordena sectorialmente las emisiones de acuerdo a la nomenclatura SNAP, basada en el proyecto CORINAIR, coordinado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, que ha sido armonizada con la nomenclatura IPCC (Grupo Intergubernamental para el Cambio Climático) y la del EMEP (European Monitoring and Evaluation Programm) de la CEPE (Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas).

Puesto que en la actualidad los datos que se ofrecen a nivel nacional e internacional utilizan la clasificación IPCC-96, resulta pertinente llevar a cabo la conversión a dicha clasificación de la información obtenida a nivel regional, con objeto de poder realizar comparaciones. Así pues, los datos que a continuación se ofrecen para Castilla y León son los que resultan después de haber aplicado la conversión citada a los proporcionados por el Ministerio, y también de haber realizado la conversión de las emisiones de todos los gases relevantes a toneladas equivalentes de CO₂.

2.2.1.2 Emisiones por gases

A. Evolución de las emisiones de los distintos gases

En el cuadro 2.1 y el gráfico 2.1 puede verse cómo han evolucionado las emisiones de los distintos gases en términos absolutos.

Cuadro 2.1 Evolución por gases de las emisiones de Castilla y León
(miles de toneladas equivalentes de CO₂)

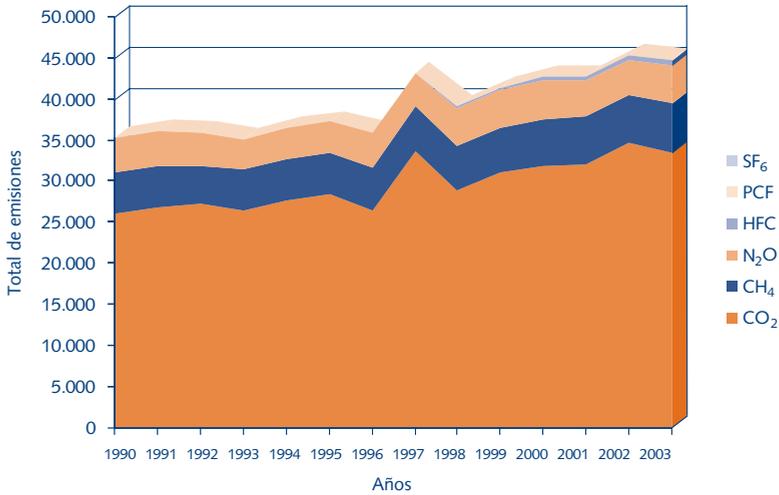
	1990	1993	1996	1999	2000	2001	2002	2003
CH ₄	5.001,9	4.961,5	5.200,6	5.425,3	5.671,0	5.878,4	5.852,3	6.047,1
CO ₂	26.005,6	26.498,6	26.416,2	31.140,3	31.863,2	32.069,5	34.744,5	33.480,0
N ₂ O	4.379,2	3.631,9	4.356,2	4.538,4	4.788,0	4.343,5	4.226,7	4.624,3
HFC	0,0	0,0	32,2	308,9	408,7	491,0	551,8	629,7
PCF	0,0	0,0	0,3	1,9	2,7	3,4	4,1	4,9
SF ₆	3,7	4,4	6,3	10,5	11,9	11,7	13,4	15,6
Total	35.390,4	35.096,5	36.011,9	41.425,3	42.745,4	42.797,5	45.392,9	44.801,5

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

El conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero en Castilla y León ha experimentado un importante incremento —el 26,6%—, desde los 35,39 millones de toneladas equivalentes de CO₂ en 1990 hasta los 44,80 millones de 2003. Dentro de dichos gases, en esta primera aproximación se observa ya el protagonismo fundamental del CO₂, y la mínima importancia de los gases fluorinados⁷.

En primer lugar, resulta relevante comprobar la medida en que han crecido las emisiones de cada uno de los gases del Protocolo, lo que, además de las cifras absolutas que nos ofrece el cuadro anterior, puede verse en el gráfico 2.2 en que se muestran las emisiones de dichos gases a lo largo del período, expresados en números índice.

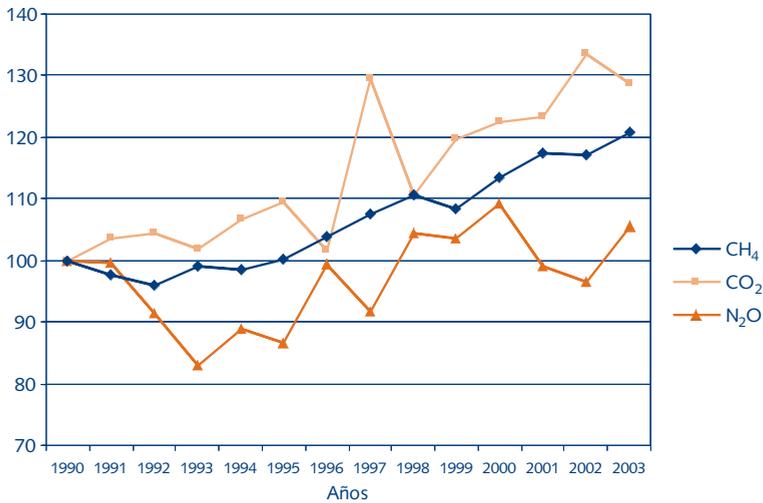
Gráfico 2.1 Evolución por gases de las emisiones en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

Gráfico 2.2 Evolución de las emisiones por gases

Gráfico 2.2.a Evolución de las emisiones de CO₂, N₂O Y CH₄ (Año base 1990) (Números índice Año base = 100)

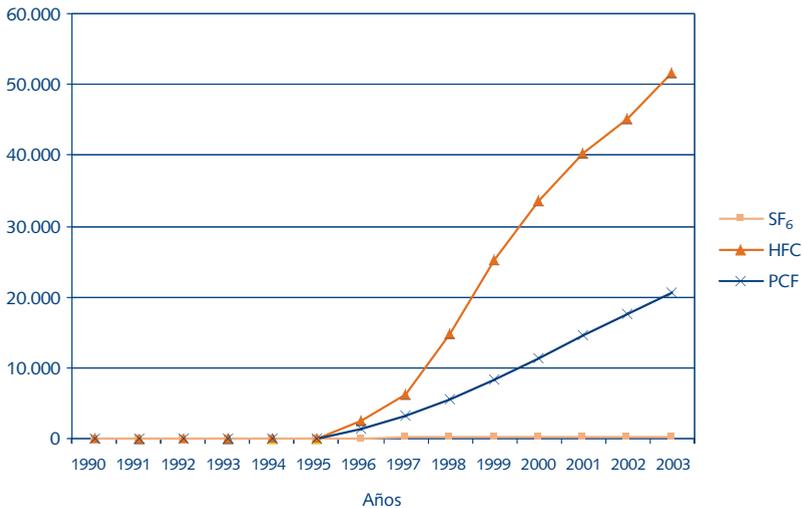


Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

La evolución de los tres gases con volumen más significativo puede verse en el apartado a) del gráfico: efectivamente es el CO₂ el que ha sufrido el principal incremento, pasando de 100 a 128,7, seguido del CH₄, con una tendencia también claramente creciente, mientras que el N₂O muestra una pauta mucho más variable, con un ligero incremento al final del período. Dado el peso fundamental del CO₂ en el total de emisiones, es precisamente la evolución del mismo la responsable fundamental del crecimiento de las emisiones totales.

La tendencia de cada gas se puede interpretar como la consecuencia del comportamiento emisor en cada sector, ya que precisamente en cada tipo de actividad se emiten determinados tipos de gases. Por tanto, esta información presenta la otra cara de la moneda de lo que se verá en los datos sectoriales que se ofrecen en el siguiente apartado y nos suministra ya avances de la interpretación, como que la agricultura (de donde proceden principalmente las emisiones de N₂O) puede haber perdido peso relativo, o que las actividades de combustión (de donde proceden principalmente las emisiones de CO₂) han experimentado avances muy notables.

Gráfico 2.2.b Evolución de las emisiones de SF₆, HFC y PFC. (Año base 1995) (Números índice Año base = 100)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.

Por su parte el apartado b) del gráfico se refiere a la tendencia en la emisión de gases fluorinados. Desde luego, es preciso no olvidar que la espectacularidad en los porcentajes de crecimiento de las emisiones de éstos se producen sobre unas cifras

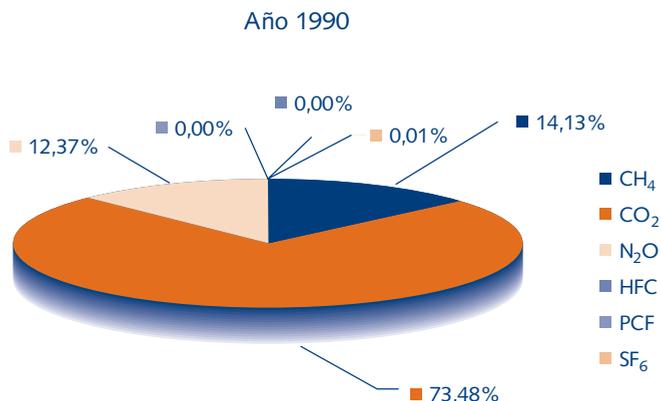
de partida realmente insignificantes, por lo que a pesar de estos incrementos, las cantidades absolutas emitidas en el año 2003 siguen siendo realmente pequeñas, como se veía en el cuadro 2.1. La situación más destacable en este caso es la del HFC, cuyo sorprendente incremento de más de un 5.000% es producto de las limitaciones establecidas al uso del CFC y su sustitución por dicho HFC, lo que ha hecho que se alcancen unas cifras de emisiones de éste que pueden empezar a tener una mínima entidad.

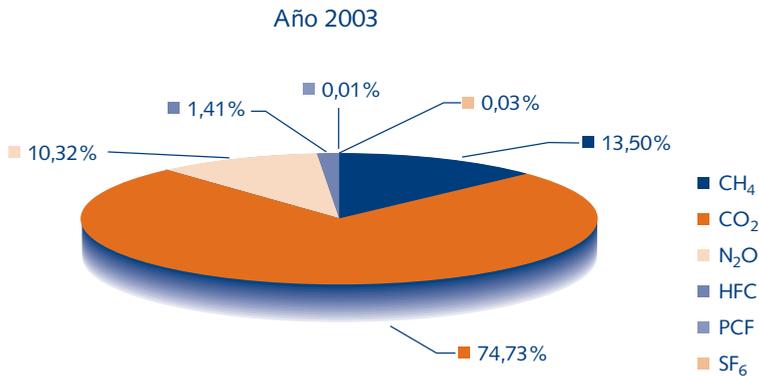
B. Peso relativo de cada gas en las emisiones regionales

Son precisamente estas tendencias en la evolución de los distintos gases las que explican que a lo largo del período cada uno de ellos represente un porcentaje respecto al conjunto de las emisiones en Castilla y León, lo que se muestra en el gráfico 2.3 para los años inicial y final del período.

Además de constatar el protagonismo fundamental del CO₂, puede observarse también que ha incrementado su importancia relativa, pasando de suponer un 73,5% a un 75,8%. El CH₄ ha mantenido aproximadamente su porcentaje, del 14,1% al 13,7%, mientras que el N₂O ha perdido peso, desde el 12,4% hasta el 10,47%. Por su parte, los gases fluorinados suponen un porcentaje muy pequeño: para el PFC y el SF₆, aunque han experimentado poderosas tasas de crecimiento, dicho porcentaje continúa siendo mínimo; en cuanto al HFC, el importantísimo crecimiento que ya habíamos destacado hace que su participación relativa, partiendo prácticamente de cero, al final del período se sitúe en una cifra relativa mínimamente significativa aunque pequeña.

Gráfico 2.3 Distribución por gases de las emisiones regionales





Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

C. Comparación con las emisiones nacionales

Por otra parte, no obstante la constatación de que en la región se han incrementado las emisiones muy por encima de los límites del Protocolo, la comparación con lo que ha sucedido en el ámbito nacional, pone de manifiesto que en éste el crecimiento ha sido todavía mayor, como se muestra en el Cuadro 2.2 y el gráficos nº 2.4 y 2.5 en los que se compara respectivamente la evolución de las emisiones totales en ambos espacios y la estructura por gases en el ámbito regional con la existente en el nacional en el inicio y el final del período.

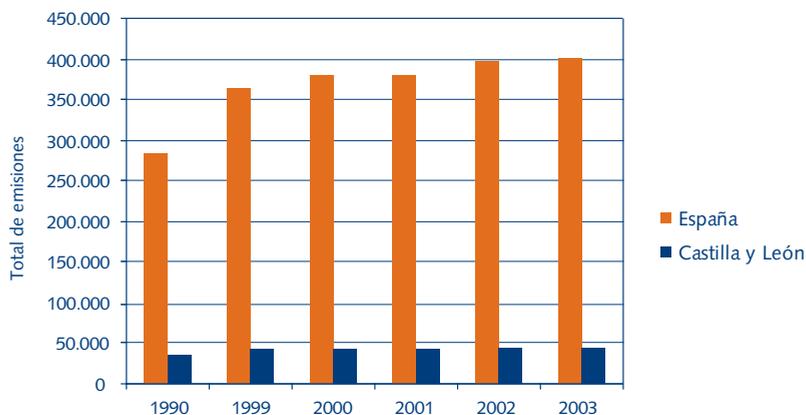
Cuadro 2.2 Comparación por gases de las emisiones regionales y nacionales (miles de toneladas equivalentes de CO₂)

	1	2	3	4	5	6
CO ₂	26.005,6	228.404,8	11,4	33.480,0	331.761,9	10,1
CH ₄	5.001,9	27.846,8	18,0	6.047,1	37.062,0	16,3
N ₂ O	4.379,2	24.251,9	18,1	4.624,3	27.936,5	16,6
HFC	0,0	2.403,2	0,0	629,7	4.963,3	12,7
PCF	0,0	882,9	0,0	4,9	267,3	1,8
SF ₆	3,7	67,1	5,6	15,6	295,9	5,3
Total	35.390,4	283.856,7	12,5	44.801,5	402.286,8	11,1

1. Castilla y León 1990 • 2. España 1990 • 3. % Castilla y León/España • 4. Castilla y León 2003
5. España 2003 • 6. % Castilla y León/España

Fuente: Datos de Castilla y León: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente. Datos de España: MMA (2004b).

Gráfico 2.4 Evolución de las emisiones totales en Castilla y León y en España (miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: *Datos de Castilla y León: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente. Datos de España: MMA (2004b).*

Tal y como se comentó en el capítulo anterior, las emisiones de Castilla y León suponen un importante porcentaje del total de las emisiones nacionales, si bien efectivamente su peso relativo ha caído a lo largo del período desde el 12,5% inicial hasta el 11,1%. Así ha sido ya que, como hemos dicho, las emisiones regionales crecieron un 26,6%, mientras que las nacionales lo han hecho en un 41,7%, lo que se explica debido a que en otras regiones se han producido incrementos mucho mayores⁸.

En definitiva pues, el mayor ritmo de crecimiento que se observa en el ámbito nacional ha producido que, mientras en la región el total se ha incrementado un 11,6% por encima de lo establecido en Kioto, en España ha aumentado un 23,7% más de dicho límite.

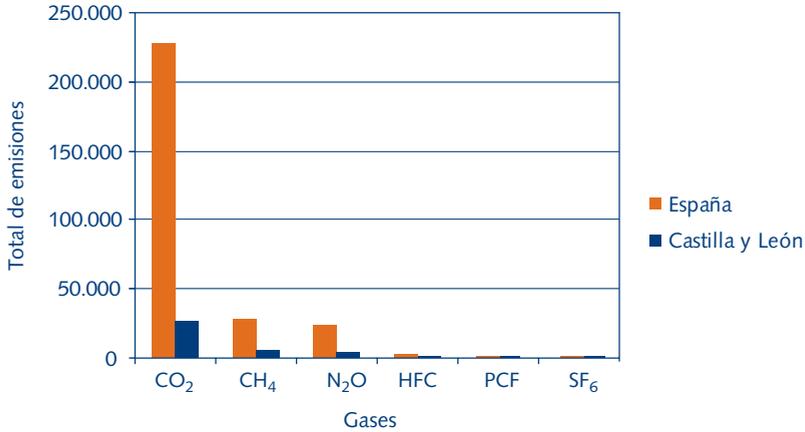
En lo que se refiere a la comparación por gases de la estructura regional y la nacional, se observa que en el año 1990 (cuadro 2.2 y gráfico 2.5) las emisiones regionales de CH₄ y N₂O tienen un gran peso relativo en el conjunto nacional, un 18% y un 18,1% respectivamente, mientras las de CO₂ suponen un 11,4% y el resto no resultan significativas (a excepción del SF₆ que suponía un 5,6%).

La interpretación de esta cuestión tiene que ver con el peso que tiene en la región el sector agrario en lo que se refiere a las emisiones de CH₄ y N₂O, y fundamentalmente el de la industria energética en lo que se refiere al CO₂.

En cualquier caso, en los epígrafes siguientes se incidirá más extensamente en estas interpretaciones.

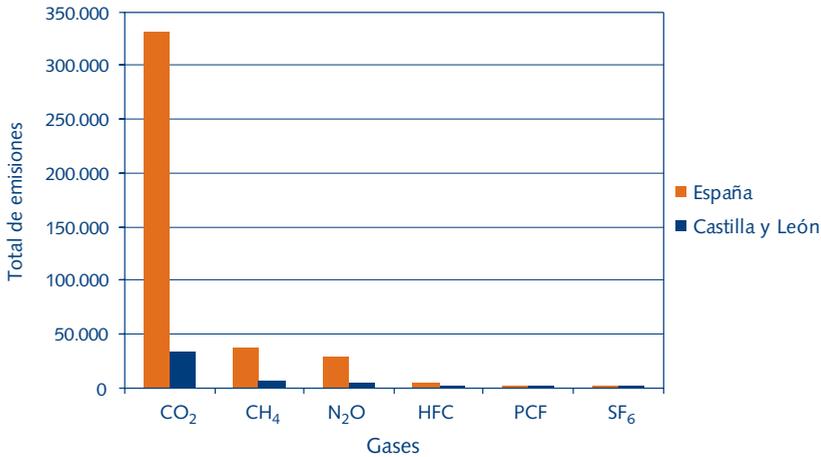
Gráfico 2.5 Comparación por gases de las emisiones regionales y nacionales (miles de toneladas equivalentes de CO₂)

Gráfico 2.5.a Año 1990



Fuente: Datos de Castilla y León: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente. Datos de España: MMA (2004b).

Gráfico 2.5.b Año 2003



Fuente: Datos de Castilla y León: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente. Datos de España: MMA (2004b).

En el año 2003, si bien no se observan cambios muy significativos (gráfico 2.5 b), en el cuadro 2.2 podía también verse cómo ha disminuido el peso relativo del CH₄ y el

N₂O hasta el 16,6% y el 16,3% respectivamente, el del CO₂ hasta el 10,1% y el del SF₆ hasta el 5,3%, mientras que se produce un incremento en los otros dos, sobre todo el HFC que alcanza un 12,7%.

Una vez más, la explicación debe buscarse en la evolución que haya experimentado el peso de cada sector o de cada tipo de industria en la estructura productiva regional y la nacional, a no ser que se pudiera comprobar que las unidades productivas de uno u otro ámbito hubieran tendido por diferentes razones a ser más o menos contaminantes.

2.2.1.3 Emisiones por sectores

2.2.1.3.1 EMISIONES DE LOS GRANDES GRUPOS IPCC

A. Evolución de las emisiones de los diferentes grupos

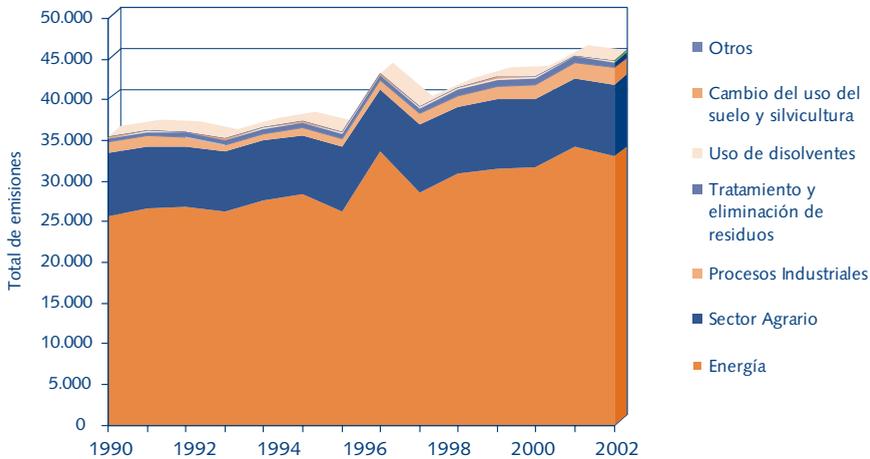
En el cuadro 2.3 y el gráfico 2.6 se muestra la evolución de la suma de las emisiones totales de los distintos gases, expresadas en toneladas de CO₂ equivalente, para los distintos sectores, expresadas en términos absolutos.

Cuadro 2.3 Evolución por grupos de las emisiones de Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO₂)

	1990	1993	1996	1999	2000	2001	2002	2003
Energía	25.682,4	26.293,5	26.200,6	30.944,3	31.494,3	31.595,4	34.260,2	32.952,6
Procesos industriales	1.279,4	856,9	1.033,2	1.356,1	1.628,8	1.760,0	1.852,9	1.971,9
Uso de disolventes	88,3	85,9	96,5	113,8	114,3	109,4	112,3	108,0
Sector agrario	7.782,7	7.323,9	8.014,9	8.215,8	8.537,9	8.467,0	8.373,3	8.931,9
Cambio del uso del suelo y silvicultura	154,3	32,2	79,2	109,5	253,0	105,7	64,6	96,8
Tratamiento y eliminación de residuos	403,3	504,1	587,4	685,7	717,2	759,9	729,6	740,3
Otros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	35.390,4	35.096,5	36.011,9	41.425,3	42.745,4	42.797,5	45.392,9	44.801,5

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

Gráfico 2.6 Evolución por grupos de las emisiones en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

En el anexo se expone la desagregación del contenido de los distintos sectores según la metodología IPCC-96 utilizada, pero en cualquier caso, conviene recordar aquí que el grupo 1, “Energía”, incluye, como posteriormente se verá más detenidamente, tanto la producción de energía como todas las actividades de combustión, tanto de la industria, agricultura, residencial y terciario o transportes –lo que explica la gran importancia de este grupo 1–, incluyéndose en los otros grupos todas las actividades contaminantes distintas a los procesos de combustión.

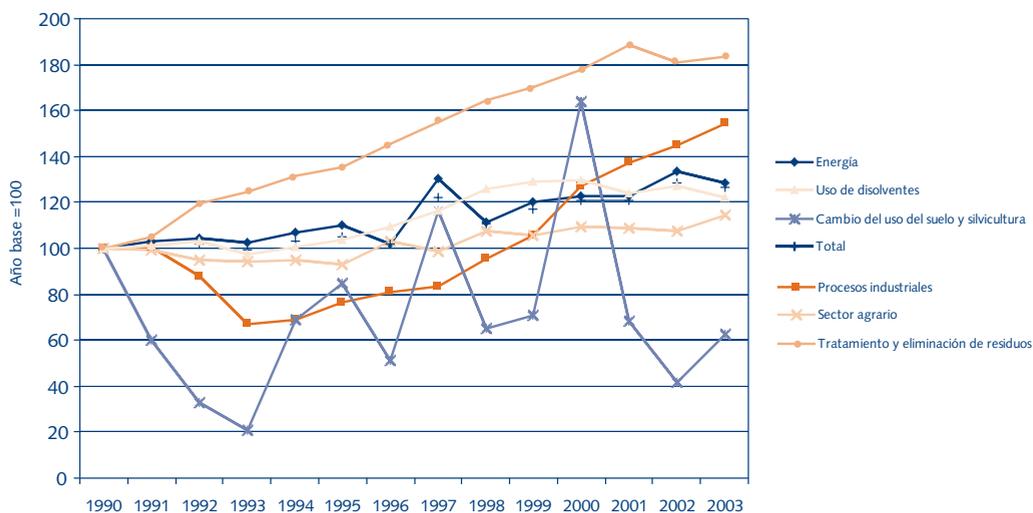
La primera aproximación señala como responsables fundamentales a los grupos 1, “energía”, y 4, “agricultura”, lo cual resulta perfectamente coherente con el peso que mostraban las emisiones de CO₂ (emisión fundamental del grupo 1) y con el del CH₄ y el N₂O (emisiones fundamentales del grupo 4). También presenta un cierto peso relativo el grupo 2, “Procesos industriales” (emisiones de CO₂ y gases fluorinados).

Especial interés presentan en este sentido los gráficos que muestran la estructura de las emisiones por gases de los diferentes grupos, ofrecidos en anexo.

Para analizar en qué proporción han crecido las emisiones de los distintos grupos, además de los datos ya expuestos en términos absolutos, en el gráfico 2.7, se muestran las cifras de dichas emisiones a lo largo del período, expresadas en números índice.

Ciertamente, a excepción del grupo 5, "cambio del uso del suelo y silvicultura" -cuya interpretación merece, por su complejidad, un tratamiento específico en los capítulos dedicados al sector agrario y a sumideros-, todos los grupos incrementan sus emisiones, de manera que en conjunto, como ya se dijo, el total aumenta en un 26,6%. Como no podía ser de otra manera el grupo 1, "energía", aumenta en muy similar proporción a la cifra total, dado su gran peso relativo en el conjunto. Los que más crecen son el 2, "Procesos industriales" y sobre todo el 6, "Residuos", si bien sus cifras absolutas no son las más importantes en el conjunto. Respecto al grupo 4, "Agricultura", cuyo volumen es el segundo en importancia tras el I, es el que crece en menor medida, por debajo del porcentaje de crecimiento del total. El grupo 3, "uso de disolventes", presenta patrones de crecimiento muy parecidos a la media.

Gráfico 2.7 Evolución de las emisiones por grupos (año base 1990)



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

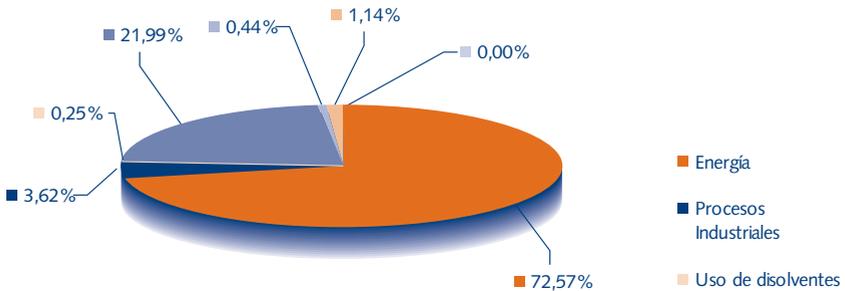
B. Peso relativo de cada grupo en las emisiones regionales

Efectivamente, los datos más actuales revelan que los grupos más importantes en términos relativos, "Energía" y "Agricultura" suponen un 74,6% y un 20,2% respectivamente. Sin embargo, en cuanto a las tendencias que se ponen de manifiesto, puede verse que mientras el grupo 1 ha incrementado su participación relativa en el conjunto de las emisiones regionales, pasando de significar un 72,6% en 1990 al 74,6% en 2003, la agricultura tiende más bien a disminuir su peso -desde el 22%

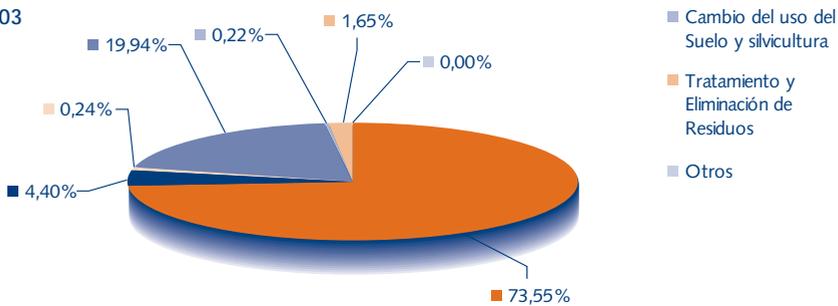
hasta el 20,2%– Por otra parte, dentro de su escasa importancia relativa, han aumentado su peso en el conjunto el grupo 2 “Procesos industriales” –desde el 1,14% hasta el 1,65%– y también el grupo 6 “Residuos” –desde el 3,6% hasta el 4,4%–.

Gráfico 2.8 Distribución por grupos de las emisiones regionales

Año 1990



Año 2003



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente

C. Comparación con las emisiones nacionales por grupos

Finalmente, en el cuadro 2.4 y el gráfico 2.9 se compara esta estructura por sectores en el ámbito regional con la existente en el ámbito nacional.

La razón de que las emisiones de la región hayan pasado de significar el 12,5% del total nacional al 11,1% está en el comportamiento de la “Energía”, que siendo, como ya sabemos, el grupo más importante, ha disminuido de suponer un 12,1% del total nacional a un 10,5%, es decir que, a pesar de que este grupo ha experimentado un crecimiento significativo en el ámbito de la Comunidad Autónoma, su incremento ha sido todavía mucho mayor en el conjunto de España.

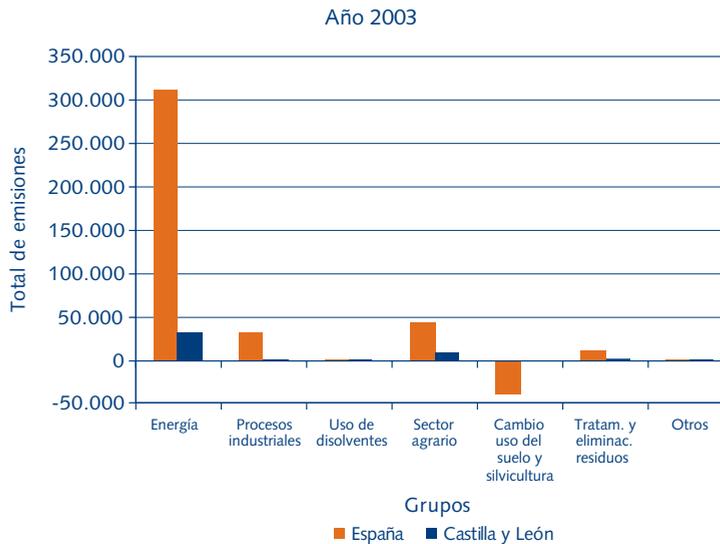
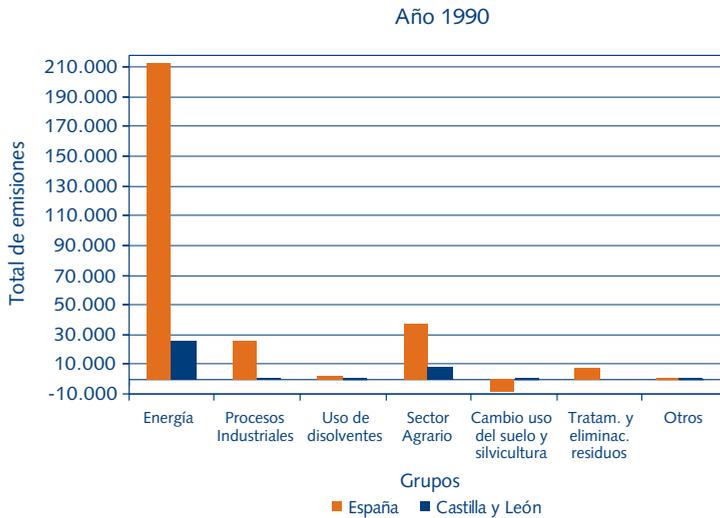
También disminuye, aunque muy ligeramente el peso de la “Agricultura”, en este caso, desde el 20,8% hasta el 20,1%, y algo muy similar puede decirse para el “Uso de disolventes”. Aumentan en cambio los porcentajes que significan las emisiones regionales frente a las nacionales en los “Procesos industriales” –desde el 5,0% hasta el 6,2%– y en “Residuos” –desde el 5,6% hasta el 6,4%–.

Cuadro 2.4 Comparación por grupos de las emisiones regionales y nacionales (miles de toneladas equivalentes de CO₂)

	Castilla y León 1990	España 1990	% Castilla y León/España	Castilla y León 2003	España 2003	% Castilla y León/España
Energía	25.682,4	212.597,2	12,1	32.952,6	312.791,0	10,5
Procesos industriales	1.279,4	25.426,1	5,0	1.971,9	31.955,4	6,2
Uso de disolventes	88,3	1.328,9	6,6	108,0	1.672,3	6,5
Sector agrario	7.782,7	37.361,3	20,8	8.931,9	44.371,2	20,1
Cambio del uso del suelo y silvicultura	154,3	-9.032,9	0,0	96,8	-40.118,3	0,0
Tratamiento y eliminación de residuos	403,3	7.143,1	5,6	740,3	11.496,9	6,4
Otros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	35.390,4	283.856,7	12,5	44.801,5	402.286,8	11,1

Fuente: Datos de Castilla y León: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente. Datos de España: MMA (2004b).

Gráfico 2.9 Total de emisiones por grupos en Castilla y León y España (miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: Datos de Castilla y León: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente. Datos de España: MMA (2004b).

Así pues, el patrón de las emisiones en Castilla y León revela cómo las del grupo “Energía” y también, aunque mucho menos, las de “Agricultura”, resultan ser las responsables de que esta región ocupe, como ya se vio, el tercer lugar entre las distintas CC.AA., pero las tendencias que parecen estarse manifestando conducen a un crecimiento menos acelerado de estos grupos, con lo que Castilla y León perdería posiciones en la relación de las emisiones de las distintas Comunidades. Respecto a “Procesos Industriales” y “Residuos”, si bien su importancia no es grande, no hay que dejar de prestar atención al hecho de que presenten una tendencia a crecer más que en el resto de España, si dicha tendencia se consolidara.

El intento de interpretar estos datos conduce ineludiblemente a la necesidad de conocer las actividades emisoras que se incluyen en cada uno de los grupos. En particular, puesto que los grupos de “Energía” y “Agricultura” no sólo son los más importantes en cuanto a volúmenes de emisión sino que además engloban un conjunto heterogéneo de actividades, resulta relevante su desagregación, tal y como se muestra en los epígrafes siguientes.

2.2.1.3.2 EMISIONES EN EL GRUPO “ENERGÍA”

En el Cuadro 2.5 se presenta el detalle de los datos del grupo I en cifras absolutas lo que permite deducir cómo las actividades de combustión acaparan la práctica totalidad de las emisiones de “Energía”, resultando de escasísima relevancia las que se refieren a las emisiones fugitivas de combustibles.

Cuadro 2.5 Evolución de las emisiones del grupo 1 (Energía) en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO₂)

		1990	1995	2000	2001	2002	2003
Actividades de Combustión	Total	25.203,3	27.733,5	30.949,9	31.131,4	33.803,6	32.498,6
	Industrias energéticas	14.471,5	15.418,1	16.242,0	15.448,6	17.250,9	15.610,3
	Industrias manufactureras y de construcción	2.909,2	3.338,2	3.709,9	4.045,7	4.183,8	4.607,7
	Trasporte	4.696,6	5.634,4	6.625,8	7.163,2	7.824,6	7.815,0
	Otros sectores	3.125,9	3.342,7	4.372,3	4.473,9	4.544,2	4.465,7
	Otros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

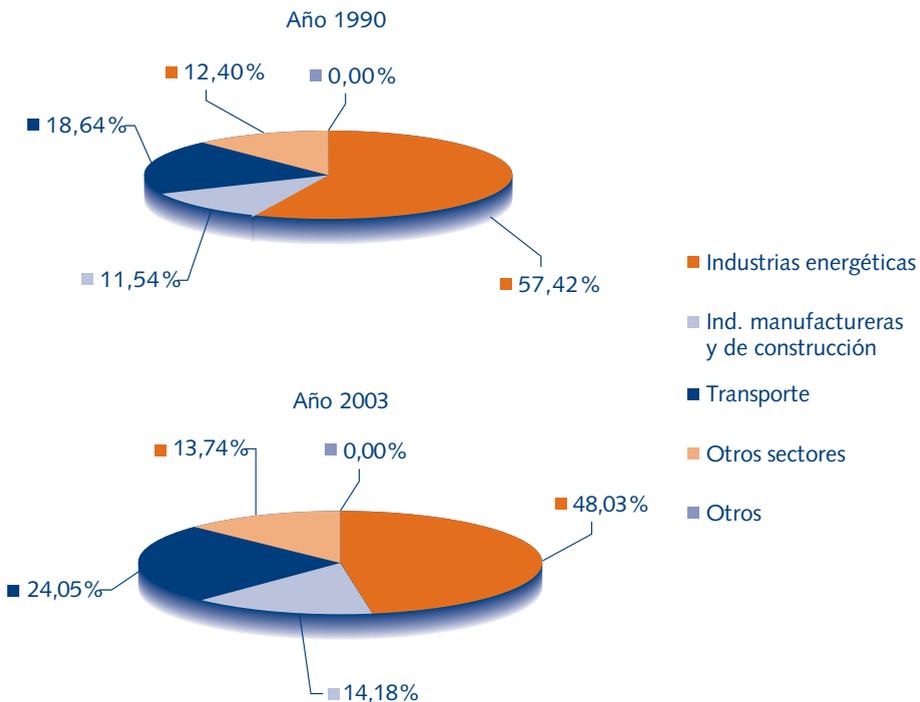
Continúa en página siguiente

		1990	1995	2000	2001	2002	2003
Emisiones fugitivas de combustible	Total	479,1	537,2	544,4	464,0	456,7	454,0
	Combustibles sólidos	455,0	512,3	511,3	427,4	418,7	416,4
	Petróleo y gas natural	24,1	24,8	33,2	36,6	38,0	37,7
Total		25.682,4	28.270,6	31.494,3	31.595,4	34.260,2	32.952,6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.

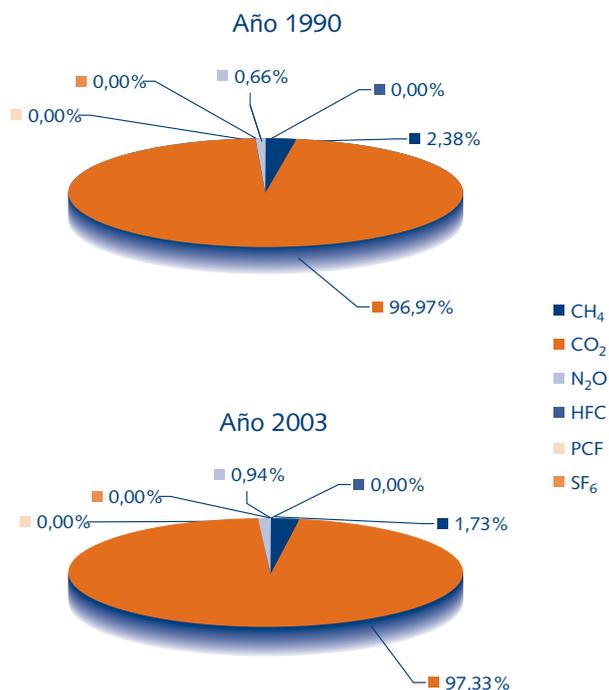
Centrando pues la atención en las actividades de combustión, el gráfico 2.10 informa sobre el peso relativo que cada una de ellas presenta frente al total de las mismas, al inicio y al final del período.

Gráfico 2.10 Distribución de las actividades de combustión



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.

Gráfico 2.11 Distribución por gases de las emisiones del grupo 1 (Energía)



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.*

Resulta ciertamente significativo observar que el apartado fundamental es el de la industria energética, que supone en los datos más actuales un 48% del total de las actividades de combustión, si bien también es cierto que su importancia relativa ha decrecido considerablemente, pues al inicio del período constituía un 57,4%. La otra cara de la moneda la muestran sobre todo el apartado de transportes y también los de industrias manufactureras y de la construcción y otros sectores, que (partiendo de un 18,6%, un 11,5% y un 12,4% respectivamente) han experimentado poderosas tendencias a un crecimiento sostenido, ganando peso relativo en el conjunto del grupo energía hasta un 24 %, un 13,7% y un 14,1% para cada una de ellas.

De todas maneras, en el cuadro 2.5 se veía cómo, en cualquier caso, todos los apartados han experimentado un aumento, habiendo sido los distintos ritmos de éste para cada uno de ellos los que han originado una modificación en las posiciones relativas. Efectivamente, las emisiones de la industria energética han pasado de 14,5

a 15,6 millones de toneladas de CO₂ equivalente, es decir que han aumentado un 7,6%, (porcentaje muy inferior al 15%, adoptando éste como referencia expresiva, ya que establece el límite del incremento permitido para España por el Protocolo), mientras que los demás sectores han experimentado incrementos en porcentajes muy superiores, destacando el transporte, cuyas emisiones se incrementaron un 66,4% en el conjunto del período.

En cuanto a la comparación de estos patrones de comportamiento con los que se han producido en el ámbito de la nación, también en este contexto es el sector de transportes el que ha aumentado más intensamente. Sin embargo, en este caso le seguían en porcentajes de crecimiento las industrias energéticas, y detrás las industrias manufactureras y de la construcción y de otros sectores.

Por otra parte resulta interesante comprobar, como muestra el gráfico 2.11, hasta qué punto el conjunto de las emisiones de este grupo se refiere, casi en exclusiva al CO₂, que además ha aumentado su peso relativo desde el 96,9% hasta el 97,3%. De entre todos los demás, el único que tiene una representación superior al 1% es el CH₄, y ha disminuido su participación desde el 2,4% hasta el 1,7%.

2.2.1.3.3 EMISIONES EN EL GRUPO "AGRICULTURA"

En este caso, como puede verse en el Cuadro 2.6, las emisiones de la agricultura han experimentado incrementos en los tres apartados incluidos en la misma, aunque como se observaba en el gráfico 2.7, este grupo es en el que las emisiones han crecido en menor medida.

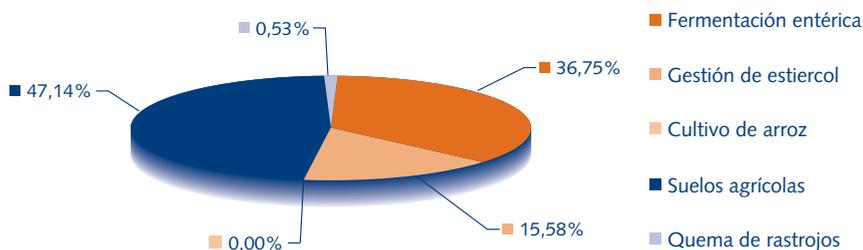
Cuadro 2.6 Evolución de las emisiones del grupo 4 (Sector Agrario) en Castilla y León (miles de toneladas equivalentes de CO₂)

	1990	1993	1996	1999	2000	2001	2002	2003
Fermentación entérica	2.860,2	2.762,2	2.913,7	2.875,9	2.883,0	3.169,8	3.177,1	3.299,6
Gestión del estiércol	1.212,9	1.313,1	1.162,7	1.267,9	1.387,2	1.455,6	1.490,9	1.535,9
Sector agrícola	3.709,6	3.248,6	3.938,6	4.071,9	4.267,7	3.841,6	3.705,3	4.096,4
Total	7.782,7	7.323,9	8.014,9	8.215,8	8.537,9	8.467,0	8.373,3	8.931,9

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.*

Dentro del sector agrario, el gráfico 2.12 permite conocer la responsabilidad relativa del sector agrícola y del ganadero en el conjunto de emisiones de este sector.

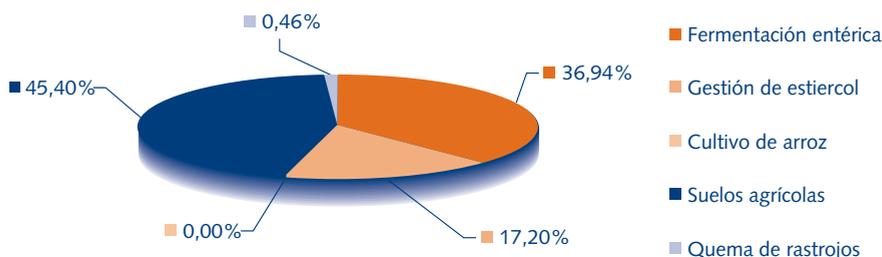
Gráfico 2.12 Distribución de las emisiones en el grupo 4 (Sector Agrario)
Gráfico 2.12 a. Año 1990



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.*

Así, el apartado con mayor peso relativo al comienzo del período es el de los suelos agrícolas, que representa un 47,1% del total, seguido por la fermentación entérica, con un 36,7%, y la gestión de estiércol, con un 15,6%. No obstante, puede observarse que las emisiones atribuibles al ganado suman una cantidad superior a las emisiones agrícolas. Este mayor protagonismo del ganado ha tendido a reforzarse ligeramente, de manera que a lo largo del período ha disminuido el porcentaje de participación de los suelos agrícolas (hasta el 45,4%) y a incrementarse los de fermentación entérica y gestión del ganado (hasta el 36,9% y hasta el 17,2%, respectivamente).

Gráfico 2.12 b. Año 2003



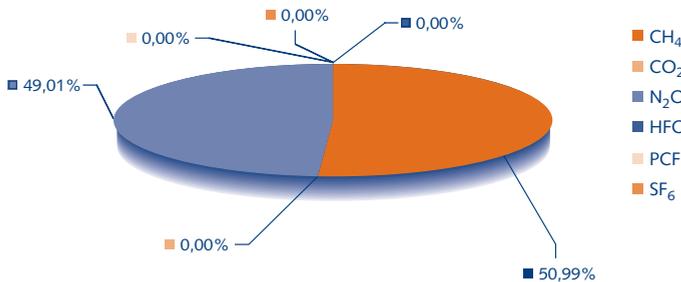
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.*

La comparación con lo que sucede en el ámbito nacional pone de manifiesto que en éste la importancia relativa de la gestión del estiércol es superior a la de la fermentación entérica, y respecto a la evolución, si bien el subgrupo que más ha crecido es, al igual que en Castilla y León, el de suelos agrícolas, en España en cambio ha crecido más la gestión del estiércol que la fermentación entérica.

Desde otra perspectiva, en el gráfico 2.13 se presentan los datos relativos a los gases que se emiten en las actividades que estamos considerando

Gráfico 2.13 Distribución por gases de las emisiones del grupo 4 (Sector Agrario)

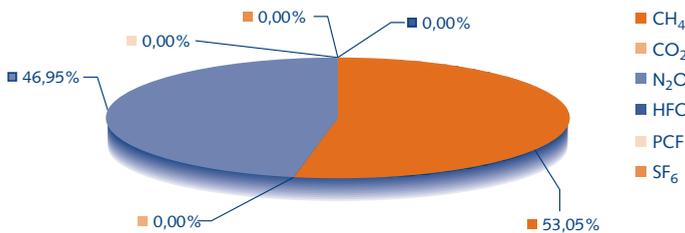
Gráfico 2.13 a. Año 1990



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.*

Los protagonistas absolutos en este caso son el CH₄ y el N₂O, aunque si bien en 1990 se repartían las emisiones prácticamente por igual, en 2003 se aumenta el peso del CH₄ a expensas del N₂O, lo cual resulta coherente con el hecho de que se haya incrementado la importancia relativa del ganado frente a la agricultura.

Gráfico 2.13 b. Año 2003



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Medio Ambiente.*

2.2.1.3.4 EMISIONES DEL RESTO DE LOS GRUPOS

Respecto al resto de los grupos, en el anexo se ofrecen todas las series elaboradas aplicando a los datos del Ministerio las conversiones explicadas en el punto 2.2.1.1.

2.2.2 DATOS DE DIVERSAS FUENTES

Aunque, como se ha comentado, no se hayan publicado hasta ahora estadísticas periódicas oficiales para las Comunidades Autónomas, eso no quiere decir que nunca se haya conocido cifra alguna en este sentido.

De hecho, en el borrador de la Estrategia española, aprobado por la Comisión Permanente del Consejo Nacional del Clima en diciembre de 2003, se ofrecían datos para cada Comunidad, clasificados por sectores y por gases. La información relativa a Castilla y León se muestra en el cuadro 2.7, y la explicación de que la misma nos pareciera insuficiente se refiere, sobre todo, al hecho de que no presentaba el nivel de desagregación adecuado para realizar las interpretaciones económicas con cierto detalle, y también al propósito de actualizar los datos en la medida de lo posible.

Como puede comprobarse, la comparación con las series elaboradas por este equipo con los datos del MMA, ofrecidas en el epígrafe anterior, revela variaciones insignificantes, debidas seguramente a alguna mínima diferencia en el proceso de conversión de los datos facilitados a la clasificación IPPC 96.

Por otra parte, independientemente de los datos del Ministerio, el sindicato CC.OO. ha hecho públicos sendos informes en los que comunica las estimaciones de las emisiones realizadas por José Nieto (CC.OO) y José Santamarta (editor de la Revista World Watch España) para el conjunto nacional, en una ocasión hasta el 2002 y en otra hasta el 2004. Asimismo, hizo público un informe, realizado por ambos, con datos por Comunidades Autónomas hasta el 2002. Posteriormente, José Santamarta, ha realizado la estimación por CC.AA. para el año 2004 y la ha publicado en la revista citada. En esta última, se ofrecen datos para ese año 2004, que ya se mostraron en el punto 1.2.4, en el que puede comprobarse cómo una vez más se ha producido un incremento de más de un 4% en las emisiones de Castilla y León desde el año 2003.

Con relación a estas cifras, mostradas para la serie comprendida desde el año 1990 hasta el 2004, puede afirmarse que tampoco existen diferencias significativas con las del Ministerio.

Extremadamente útil resulta la información suministrada por las fuentes que estamos considerando en la medida en que permiten comparar lo que sucede en las distintas Comunidades Autónomas, poniendo de manifiesto, en lo que a Castilla y León se refiere, que si bien es cierto que es la tercera región emisora, sólo detrás de Andalucía y Cataluña, también lo es que a lo largo de todo el período considerado ha habido una única Comunidad, el País Vasco, cuyas emisiones han crecido

Cuadro 2.7 Emisiones en Castilla y León. Kt equivalentes de CO₂

Castilla y León	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Emisiones (kt CO₂ equivalente)	Año Base	35.433,1	35.630,5	36.255,1	36.170,3	35.367,1	36.681,8	37.490,1	36.447,0	43.470,3	39.324,3	41.488,1	42.770,4	42.606,9
1. Proceso de la energía	25.903,2	25.903,2	26.735,9	27.086,7	26.565,9	27.743,1	28.597,0	26.689,4	33.971,2	29.054,2	31.374,0	31.988,3	31.612,5	
A. Actividades de combustión	25.424,1	25.424,1	26.317,5	26.651,3	26.127,7	27.283,4	28.064,9	26.157,9	33.449,4	28.485,6	30.776,7	31.443,9	31.149,7	
1. Industrias del sector energético	14.484,4	14.484,4	14.513,3	14.809,4	14.364,1	14.813,4	15.427,2	13.057,1	20.034,2	14.299,6	16.141,3	16.226,2	15.427,8	
2. Industrias manufactureras														
Y de la construcción	2.938,5	2.938,5	3.145,4	3.170,5	2.979,8	3.056,1	3.538,9	3.347,6	3.612,9	3.712,6	3.686,9	4.080,6	4.124,5	
3. Transporte	4.763,5	4.763,5	5.140,6	5.127,7	5.142,4	5.516,4	5.636,8	5.839,7	5.778,7	6.725,0	6.519,7	6.627,1	7.162,1	
4. Otros sectores	3.237,7	3.237,7	3.518,3	3.543,7	3.641,3	3.897,5	3.462,0	3.317,5	4.023,6	4.198,3	4.428,8	4.510,0	4.435,4	
5. Otros														
B. Emisiones fugitivas de														
1. combustibles	479,1	479,1	418,4	435,5	438,2	459,7	532,0	531,5	521,8	568,6	537,3	544,4	462,8	
1. Combustibles sólidos	455,0	455,0	392,0	409,5	410,8	431,8	507,2	501,0	497,3	541,1	507,3	511,3	425,5	
2. Petróleo y gas natural	24,1	24,1	26,4	26,0	27,3	27,9	24,8	30,5	24,5	27,4	30,0	33,2	37,3	
2. Procesos industriales	1.186,2	1.183,6	1.190,0	1.034,9	767,0	789,9	857,3	909,4	903,7	982,6	1.011,1	1.217,7	1.270,3	
A. Productos minerales	830,5	830,5	836,8	810,8	687,7	747,6	811,2	859,5	841,3	894,8	887,1	1.055,7	1.075,1	
B. Industria química	283,0	283,0	289,2	180,2	21,1	25,8	26,6	24,0	23,6	21,4	22,1	21,4	23,6	
C. Producción metalúrgica	67,0	67,0	60,6	40,3	54,5	12,3	13,8	12,4	12,4	14,3	13,4	15,3	16,6	
D. Otras industrias														
E. Producción de halocarburos y SF6														
F. Consumo de halocarburos y SF6	5,7	3,1	3,4	3,6	3,8	4,2	5,7	13,5	26,4	52,1	88,4	124,3	154,9	
G. Otros														
3. Uso de disolventes y otros productos	90,0	90,0	89,3	90,5	85,5	89,0	92,2	96,5	102,7	111,1	114,0	114,0	108,1	
4. Agricultura	7.680,7	7.680,7	7.635,9	7.284,9	7.224,7	7.294,6	7.147,2	7.892,8	7.582,7	8.223,8	8.072,2	8.421,7	8.545,6	
A. Fermentación entérica	2.860,2	2.860,2	2.832,8	2.702,0	2.762,2	2.669,0	2.660,6	2.913,7	2.860,6	2.895,4	2.876,0	2.881,7	3.161,4	
B. Gestión del estiércol	1.212,9	1.212,9	1.214,2	1.232,6	1.313,1	1.258,9	1.234,7	1.162,7	1.287,3	1.368,4	1.267,9	1.387,1	1.453,6	
C. Cultivo de arroz														
D. Suelo agrícolas	3.566,7	3.566,7	3.549,4	3.314,9	3.101,0	3.323,6	3.213,2	3.769,4	3.395,7	3.914,9	3.879,4	4.102,2	3.879,9	
E. Quemar plantaciones de sabanas														
F. Quemar en el campo de residuos agrícolas	40,9	40,9	39,5	34,4	48,3	43,2	38,7	47,1	39,2	45,2	48,9	50,7	50,7	
G. Otros														
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura														
6. Tratamiento y eliminación de residuos	573,1	573,1	603,9	679,2	724,1	765,2	796,5	858,8	910,1	952,6	976,8	1.029,4	1.070,5	
A. Depósito en vertederos	396,5	396,5	423,0	494,4	529,4	564,4	589,5	636,1	665,8	699,6	711,9	751,7	776,5	
B. Tratamiento de aguas residuales	127,9	127,9	129,9	131,0	132,4	135,7	150,5	164,3	182,3	199,0	214,6	228,9	244,1	
C. Incineración de residuos	39,9	39,9	40,7	42,2	49,3	51,5	42,5	43,8	46,9	43,1	39,5	37,9	38,0	
D. Otros	8,8	8,8	10,2	11,7	13,1	13,6	14,1	14,6	15,1	10,9	10,9	10,9	11,8	
7. Otros														
Gases (kt CO₂ equivalente)	Año Base	25.982,6	25.982,6	26.838,9	27.161,2	26.524,5	27.657,3	28.489,5	26.630,2	33.888,0	28.940,8	31.209,3	32.040,2	31.752,5
CO ₂	4.945,0	4.945,0	4.895,1	4.890,4	5.049,5	4.977,4	5.071,9	5.306,5	5.426,8	5.657,5	5.522,9	5.688,4	5.989,2	
CH ₄	4.499,9	4.499,9	4.517,7	4.161,0	3.789,4	4.042,6	3.932,0	4.494,8	4.159,2	4.693,8	4.667,5	4.917,5	4.710,2	
N ₂ O														
HFC	0,5					0,1	0,5	7,6	19,1	43,2	76,7	110,5	140,5	
PFC								0,3	0,7	1,2	1,9	2,6	3,3	
SF ₆	5,2	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1	5,2	5,6	6,5	7,7	9,9	11,2	11,2	

Fuente: Consejo Nacional del Clima (2003)

menos, habiendo experimentado todas las demás incrementos mayores, lo que, con toda probabilidad, tiene que ver con la reestructuración a que ha estado sometido el Sector del Carbón en los últimos años.

2.2.3 ESTIMACIÓN PROPIA

2.2.3.1 Consideraciones previas y metodología

En los puntos anteriores se han mostrado los resultados más generales del análisis efectuado tratando de extraer el máximo partido de la información ya existente, pero, además de todo eso, nos planteamos la posibilidad de realizar estimaciones propias para Castilla y León.

De hecho, en los últimos años, y en la medida en que ha ido incrementándose la conciencia ante la envergadura del problema, son varias las CC.AA. que han abordado esta tarea, como Galicia, Cataluña o País Vasco.

Lo cierto es que realizar una estimación propia del total de las emisiones de la región implica un trabajo extremadamente arduo y complejo, que justifica por sí solo la dedicación de un considerable equipo de trabajo, y cuya inclusión como una parte más de este estudio excede a todas luces las limitaciones del mismo, fundamentalmente en cuanto a tiempo. Una labor de esta naturaleza presenta innumerables dificultades para aplicar una complicadísima metodología a un heterogéneo conjunto de problemas, y necesita de una colaboración multidisciplinar, con el agravante decisivo de la insuficiente disponibilidad de datos para ámbitos inferiores al nacional.

No obstante, las ventajas de proponerse ese objetivo parecían realmente estimables:

- En primer lugar, sólo de esa manera se puede disponer de información desagregada para las provincias, lo que resulta especialmente interesante en una región con un alto número de éstas y con una situación marcadamente heterogénea en cada una de ellas.
- La desagregación de la información también puede ser máxima, no ya desde el punto de vista espacial, sino en relación a las actividades emisoras y los gases emitidos.
- Por otra parte, se produce la ventaja indudable de la proximidad al objeto de estudio, que permite en ocasiones trabajar con información y conocimiento más directos e inmediatos, de manera que este tipo de estimaciones pueden resultar útiles para el proceso de contrastación y mejora de las realizadas centralizadamente por el Ministerio
- Finalmente, cualquier esfuerzo que se realice en esta dirección puede contribuir a iniciar el camino para trabajos que con esa finalidad pudieran querer plantearse en la Región.

Fueron este conjunto de consideraciones las que condujeron a este equipo a la decisión de emprender la tarea, lo que se realizó en los siguientes términos:

- La estimación se ha llevado a cabo para aquellos grupos que, según conocemos, explican un elevado porcentaje de las emisiones regionales y para los que los datos, aún con considerables dificultades, resultaron accesibles y presentaron una mínima fiabilidad.
- Se ha homogeneizado la metodología con la de los inventarios nacionales e internacionales, utilizando la "Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", la "IPCC Good Practice Guidance" y la (dentro del ámbito comunitario) "Atmospheric Emission Inventory Guidebook", para intentar el mejor grado de comparabilidad, y se han tenido en cuenta las consideraciones y reflexiones de los inventarios nacionales y otros trabajos de esta naturaleza. Las explicaciones metodológicas más precisas se ofrecen en los distintos apartados de los próximos capítulos en los que se otorga una atención especial a distintos sectores
- Se ha acudido a la colaboración de expertos en diversas materias para la solución de diferentes problemas de naturaleza técnica.
- En la medida de lo posible se ha buscado información de la manera más próxima y directa, obteniéndola incluso en ocasiones de la propia industria.
- Los resultados obtenidos miden las emisiones de grupos que, guiándonos por los datos que ya conocemos del MMA, podemos saber que significan aproximadamente un 75% de la cifra total de emisiones en la región y se ofrecen tanto para el conjunto de la misma como para cada una de las provincias. En todos los casos, salvo en uno, se refieren al año de referencia (o el más próximo posible) y al último año para el que se ha podido encontrar la información necesaria.
- La comparación de dichos resultados con los proporcionados por otras fuentes, aunque presenta algunas diferencias, aunque sólo en contadas ocasiones tienen una cierta relevancia. En cualquier caso, en el desarrollo del siguiente capítulo, al establecer análisis sectoriales, se realizarán las alusiones pertinentes a estas cuestiones.
- Las estimaciones que se presentan pretenden tener el valor, pues, de una primera aproximación, lo que no obsta para que, por esa misma razón, deban ser entendidas con la prudencia adecuada. Por otra parte, aunque no son una estimación global, resultan significativas de ésta en la medida en que, como se ha dicho, suponen aproximadamente el 75% del total.

2.2.3.2 Emisiones regionales y por provincias de las principales fuentes emisoras

Los datos que se presentan a continuación son los más agregados y pretenden ofrecer una visión de conjunto. En los capítulos siguientes se ofrece una información más desagregada, realizándose un análisis más detallado de los diferentes sectores.

ESTIMACIONES PARA EL CONJUNTO DE LA REGIÓN

En el cuadro 2.8 se ofrece el conjunto de estimaciones realizadas para la región. Como puede verse, dentro del grupo 1 “Energía”, se han estimado las actividades de combustión y no las emisiones fugitivas, que tienen un peso inapreciable en el conjunto. A su vez, dentro de dichas actividades, se ha centrado la atención en las industrias energéticas –y dentro de ellas, las térmicas y la cogeneración–, el transporte⁹ y otros sectores –y dentro de éstos la industria del cemento–. El conjunto de estas estimaciones alcanza una cifra próxima a los 26.000 millones de toneladas, que resulta ya altamente representativa si se piensa que los datos suministrados por el MMA ofrecen para este grupo 1 una cifra total de 32.496 millones.

Cuadro 2.8 Emisiones regionales en las actividades objeto de estimación: Castilla y León (toneladas equivalentes de CO₂)

	GRUPO 1 Energía			GRUPO 2 Procesos Industriales Productos minerales Producción de cemento	
	Actividades de Combustión				
	Industrias energéticas		Transporte		Otros sectores Cemento
	Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial	15.923.567,57	—	3.548.600,80	388.459,516	724.874,602
Dato final	17.883.319,13	1.590.803,62	5.655.703,11	760.387,824	1.001.099,579

	GRUPO 4 Sector Agrario			Total
	Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	2.560.206,35	938.787,98	2.551.308,48	26.635.805,30
Dato final	2.633.310,45	1.152.641,72	2.424.164,35	33.101.429,78

Fuente: Estimación propia.

En el grupo 2 “Procesos Industriales”, se ha estimado, dentro del grupo de productos minerales la cifra correspondiente a la producción de cemento. Esta estimación supone algo más de la mitad de la cifra que suministra el Ministerio para el conjunto de este grupo 2.

Por último, en el grupo 4 “Sector Agrario”, se han estimado las emisiones correspondientes a Fermentación entérica, Gestión de estiércol y Suelos agrícolas. La cifra total 6.210 millones resulta también bastante representativa si se recuerda que el dato total de este grupo 4 según el MMA es de 8.931 millones.

Dado el importante peso relativo que sobre todo el grupo 1 y también el grupo 4 tienen en el conjunto de emisiones regionales, las estimaciones que se han realizado alcanzan aproximadamente al 75% de dichas emisiones. Efectivamente, la cifra total más actual de las actividades estimadas es, como puede verse en el cuadro, de 33.100 millones de toneladas, mientras que, según los datos del Ministerio, las emisiones globales fueron en Castilla y León de 44.800 millones.

ESTIMACIONES PARA LAS DISTINTAS PROVINCIAS

Dado el indudable interés que presenta el conocer datos de emisiones por provincias, a continuación se ofrecen los obtenidos, aunque es preciso no olvidar que las correspondientes interpretaciones deben realizarse con las debidas cautelas, ya que hay actividades emisoras que no han sido estimadas,

Así pues, podrían existir provincias que tuvieran cifras considerables de emisiones precisamente en esas actividades que no han sido objeto de estimación, lo que en algún caso podría significar una variación digna de mención, y de ningún modo podría asegurarse que las cifras estimadas supongan en cada provincia el 75% del total, sino que la representatividad de la estimación puede ser distinta para cada una de las mismas. No obstante, el conocimiento alcanzado con las estimaciones sobre determinadas actividades (que no olvidemos son las más emisoras), suministra ya sin duda explicaciones significativas relativas a las distintas provincias, aunque no proporcione el total de la información referida a cada una de ellas.

Además, puesto que más adelante se realizará un análisis de los sectores afectados por el Plan Nacional de Asignaciones, en el que se ofrece información provincial, ésta complementará la que aquí se ofrece.

Cuadro 2.9 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Ávila (toneladas equivalentes de CO₂)

	GRUPO 1 Energía			GRUPO 2 Procesos Industriales
	Actividades de Combustión			Productos minerales
	Industrias energéticas		Transporte	Otros sectores Cemento
	Térmicas	Cogeneración		
Dato inicial	260.693,14			
Dato final	425.256,72			

	GRUPO 4 Sector Agrario			Total
	Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	353.172,96	98.512,01	279.121,38	991.499,49
Dato final	365.610,34	123.375,47	248.986,06	1.163.228,59

Fuente: *Estimación propia.*

Las estimaciones que se refieren a la provincia de Ávila son las relativas al transporte y al sector agrario, puesto que no existen en esta provincia actividades emisoras en ninguno de los otros apartados considerados. Como puede observarse, la aportación de Ávila al conjunto de emisiones regionales es realmente pequeña, teniendo cierto peso la que se refiere al sector agrario, dentro del cual presenta una considerable mayor importancia el subsector ganadero.

Respecto a las emisiones del sector del transporte, puede observarse el importante crecimiento producido en el período, pauta que se repetirá de manera generalizada para todas las provincias.

Cuadro 2.10 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Burgos (toneladas equivalentes de CO₂)

GRUPO 1 Energía				GRUPO 2 Procesos Industriales
Actividades de Combustión				Productos minerales
Industrias energéticas		Transporte	Otros sectores Cemento	Producción de cemento
Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial		496.696,07		
Dato final		892.808,72	795.747,57	

GRUPO 4 Sector Agrario				Total
Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas		
Dato inicial	231.020,08	107.190,08	256.463,47	1.091.369,70
Dato final	176.771,14	106.207,40	184.870,87	2.156.405,70

Fuente: Estimación propia.

La participación de Burgos en las actividades consideradas es mucho mayor en el sector de transportes y menor en el sector agrario, incluyéndose en este caso una cifra muy significativa en el sector de cogeneración, que resulta ser la más alta de todas las provincias en dicho sector.

Cuadro 2.11 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de León (toneladas equivalentes de CO₂)

GRUPO 1 Energía				GRUPO 2 Procesos Industriales
Actividades de Combustión				Productos minerales
Industrias energéticas		Transporte	Otros sectores Cemento	Producción de cemento
Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial	13.479.707,75	733.956,64	292.584,96	443.917,88
Dato final	14.167.083,99	229.995,08	1.176.025,27	540.823,20

	GRUPO 4 Sector Agrario			Total
	Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	361.754,65	108.047,15	275.982,16	15.695.951,19
Dato final	287.641,72	78.358,03	264.616,65	17.411.342,41

Fuente: Estimación propia.

El protagonismo de las emisiones leonesas queda aquí de manifiesto, ya que de los 33.101 millones de toneladas estimados para toda la región, 17,411 corresponden a esta provincia. Esto se debe, sobre todo, a las emisiones de las térmicas, que alcanzan 14.167 millones, y a las del sector de cementos, pero también se observa una cifra muy alta en transporte, y cifras de cierta consideración en los otros sectores, sobre todo en el agrario, en el que aunque predomina el subsector ganadero, también es relevante el agrícola.

Cuadro 2.12 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Palencia (toneladas equivalentes de CO₂)

	GRUPO 1 Energía			GRUPO 2 Procesos Industriales Productos minerales Producción de cemento	
	Actividades de Combustión				
	Industrias energéticas		Transporte		Otros sectores Cemento
	Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial	2.443.859,82		246.620,10	95.874,56	280.956,73
Dato final	3.716.235,15	137.301,06	385.875,44	219.564,63	334.301,11

	GRUPO 4 Sector Agrario			Total
	Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	159.214,68	43.014,14	146.732,70	3.416.272,73
Dato final	159.011,01	49.434,51	154.741,49	5.156.464,40

Fuente: Estimación propia.

También en esta provincia son importantes las emisiones, aunque mucho menos que en el caso de León, como consecuencia de la presencia de las térmicas y la producción de cemento, y también en esta provincia se producen emisiones de cierta relevancia, aunque de menor cuantía, en todos los sectores considerados

Cuadro 2.13 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Salamanca (toneladas equivalentes de CO₂)

GRUPO 1 Energía				GRUPO 2 Procesos Industriales
Actividades de Combustión				Productos minerales
Industrias energéticas		Transporte	Otros sectores Cemento	Producción de cemento
Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial		479.670,51		
Dato final		762.157,73		

GRUPO 4 Sector Agrario			Total
Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	605.736,90	205.074,44	1.822.400,12
Dato final	759.166,12	281.650,81	2.360.854,23

Fuente: *Estimación propia*

En este caso, la responsabilidad fundamental de las emisiones, que suman una cifra no demasiado significativa, corresponde al sector agrario que presenta los mayores niveles de toda la región, destacando la gran importancia relativa de la ganadería, aunque también se muestra relevante el sector de transportes.

Cuadro 2.14 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Segovia (toneladas equivalentes de CO₂)

GRUPO 1 Energía				GRUPO 2 Procesos Industriales
Actividades de Combustión				Productos minerales
Industrias energéticas		Transporte	Otros sectores Cemento	Producción de cemento
Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial		246.584,20		
Dato final		401.423,79		

	GRUPO 4 Sector Agrario			Total
	Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	230.315,03	174.134,42	272.889,78	923.923,43
Dato final	298.264,09	250.309,38	318.198,72	1.280.139,62

Fuente: Estimación propia.

Las cifras en Segovia son bajas, correspondiendo el mayor peso al sector agrario, el más importante después de Salamanca, en el que también predomina la ganadería.

Cuadro 2.15 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Soria (toneladas equivalentes de CO₂)

	GRUPO 1 Energía			GRUPO 2 Procesos Industriales Productos minerales Producción de cemento	
	Actividades de Combustión				
	Industrias energéticas		Transporte		Otros sectores Cemento
	Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial			149.211,50		
Dato final		86.419,32	243.912,92		

	GRUPO 4 Sector Agrario			Total
	Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	145.275,15	56.879,67	215.416,06	566.782,38
Dato final	119.478,94	80.668,11	179.819,58	710.298,87

Fuente: Estimación propia.

La provincia de Soria presenta la contribución menor a las emisiones regionales, siendo también su capítulo más importante el agrario, con un peso bastante similar de la agricultura y la ganadería, y teniendo cierta presencia el sector de cogeneración.

Cuadro 2.16 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Valladolid (toneladas equivalentes de CO₂)

GRUPO 1 Energía				GRUPO 2 Procesos Industriales
Actividades de Combustión				Productos minerales
Industrias energéticas		Transporte	Otros sectores Cemento	Producción de cemento
Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial		652.571,71		
Dato final		1.016.571,29		

GRUPO 4 Sector Agrario				Total
Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas		
Dato inicial	189.390,16	65.521,36	232.415,48	1.139.898,71
Dato final	169.948,55	91.392,05	200.016,47	1.620.754,45

Fuente: *Estimación propia.*

Valladolid resulta ser escasamente emisora en cuanto a las actividades consideradas, destacando sus emisiones en el sector de transportes, con un perfil en el sector agrario más equilibrado entre el agrícola y el ganadero, y con unas emisiones de cogeneración de cierta envergadura, aunque menores a las de León y mucho menores a las de Burgos.

Cuadro 2.17 Emisiones de las actividades estimadas en la provincia de Zamora (toneladas equivalentes de CO₂)

GRUPO 1 Energía				GRUPO 2 Procesos Industriales
Actividades de Combustión				Productos minerales
Industrias energéticas		Transporte	Otros sectores Cemento	Producción de cemento
Térmicas	Cogeneración			
Dato inicial		282.596,92		
Dato final		448.732,37		

	GRUPO 4 Sector Agrario			Total
	Fermentación entérica	Gestión del estiércol	Suelos agrícolas	
Dato inicial	284.326,73	108.784,94	340.369,18	1.016.077,77
Dato final	297.418,52	91.245,97	319.775,19	1.241.941,52

Fuente: *Estimación propia.*

Finalmente, Zamora presenta un perfil parecido al de Segovia o Ávila, con una cifra modesta de emisiones, en las que predominan las del sector agrario, en este caso sin mucha diferencia entre las agrícolas y ganaderas, y también con una discreta participación de la cogeneración.

Notas

⁷ Llama la atención el comportamiento de las emisiones en el año 97. Como después se podrá comprobar, el “pico” que se observa se debe a las cifras de emisiones de CO₂ en el grupo de energía, en particular en generación de energía. En cualquier caso, hemos comprobado que esas cifras resultan coherentes en todas las informaciones suministradas por el Ministerio y además son similares cuando es otra fuente la que las proporciona.

⁸ Como puede comprobarse en el cuadro 1.11, de la primera parte del trabajo, con datos para 2004 ofrecidos por la Revista World Watch, Canarias, Comunidad Valenciana, Ceuta, Murcia, Madrid, Baleares y Andalucía, por ese orden, han tenido crecimientos por encima de la media nacional, y tan sólo el País Vasco ha tenido, para el período 1990-2004 crecimientos inferiores a los de Castilla y León.

⁹ En el capítulo correspondiente se explicará qué parte de estas actividades han sido estimadas.



3. Castilla y León ante el Plan Nacional de Asignaciones

3.1 Consideraciones previas y explicación metodológica

Desde el conocimiento de en qué medida contribuye Castilla y León al problema de la emisión de gases de efecto invernadero, son muchos los interrogantes pertinentes respecto a la posición de la región en relación con dicho problema y a las medidas que se han adoptado o puedan adoptarse frente al mismo.

Como se ha comentado ya, el proceso de coordinación internacional para combatir el cambio climático ha cristalizado por el momento en el Protocolo de Kioto. En consecuencia, la reflexión que se realizará a lo largo de este capítulo va a centrarse en ese marco, pero no obstante resulta imprescindible no olvidar que no se trata de ningún acuerdo que se agote en sí mismo, sino que, bien al contrario, el proceso de coordinación continúa desenvolviéndose en una dinámica continua.

Por otra parte, también es oportuno recordar que aunque el Protocolo y su desarrollo dentro de la UE han establecido compromisos para el ámbito nacional, con el propósito de cumplirlos se plantean estrategias de adopción de medidas que pueden implicar a los distintos niveles de las Administraciones Públicas.

Desde el punto de vista de una región, la situación puede caracterizarse así:

- a) En primer lugar se han adoptado ya medidas en el ámbito europeo y en el nacional que evidentemente afectan al desenvolvimiento de los agentes que operan en la región. Entre ellas, tiene especial importancia el establecimiento de limitaciones a las emisiones de determinadas empresas, poniendo en marcha los mecanismos de flexibilidad que se instituyen en el Protocolo para ayudar a que esas limitaciones se realicen al menor coste posible. De esa manera, se ha publicado el Plan Nacional de Asignación y se ha puesto en marcha el Mercado de Derechos de Emisión. La importancia de esta cuestión aconseja que se dedique una parte importante de este trabajo a considerar los sectores y empresas que, en la región, se ven afectados por este Plan. Así pues, primeramente, en el apartado 3.2. se expondrá el marco de las empresas afectadas, para a continuación, en los apartados 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7 abordar el estudio de la industria energética, la industria del cemento, la del vidrio, la de cerámica y la de pasta y papel que son las afectadas por el Plan en Castilla y León.

No obstante, eso no quiere decir que las únicas medidas que afecten a cada uno de estos sectores sean las referidas al mercado de derechos, lo que se tendrá en cuenta en el tratamiento particular de cada uno de ellos. Efectivamente, para cada uno de dichos sectores la estrategia que se está configurando se está plasmando en diferentes medidas ya adoptadas o en consideración, que, como se ha comentado, pueden provenir de ámbitos competenciales y decisiones de distintos niveles de la Administración.

- b) Por otra parte, existen otros sectores que no están afectados por el PNA (los llamados sectores difusos) y que serán objeto de tratamiento en el capítulo 5. Que no estén afectados por dicho Plan no quiere decir en absoluto que no estén afectados por medidas, ya adoptadas o que puedan serlo en el futuro, para combatir el cambio climático, y que una vez más pueden ser desarrolladas en distintos niveles de la Administración. Así, se abordará el estudio de los sectores de transporte, agrícola y ganadero, residencial, comercial e institucional, y residuos.

Esta forma de ordenar los sectores objeto de examen responde a la habitualmente utilizada en los organismos internacionales y que ha dado lugar a la formación de grupos distintos de trabajo en el seno de los mismos, por resultar adecuada al análisis de las cuestiones económicas. Pero es necesario llamar la atención sobre el hecho de que en principio no se corresponde idénticamente con la clasificación utilizada para realizar el inventario de las emisiones de gases, aunque en cualquier caso esto no plantea problema alguno de identificación. Al tratar cada uno de los sectores se procederá a una consideración explícita de esta cuestión con objeto de insistir en las aclaraciones pertinentes

- c) Además, antes de llevar a cabo el estudio de estos últimos sectores del capítulo 5, se abordará en el capítulo 4 el estudio diferenciado de los sumideros de carbono. El tratamiento separado de éstos en este punto se apoya en justificaciones derivadas del papel que desempeñan como mecanismo que permite disminuir los compromisos de limitaciones de emisiones, relacionados con los mecanismos flexibles.

Finalmente, procede recordar que sería imposible en el ámbito de este estudio realizar un análisis en profundidad de cada uno de los sectores, y que el objetivo se traduce en una aproximación que permita obtener un marco general de comprensión, una identificación de los aspectos más relevantes y una primera visión sobre el estado de cada uno de ellos y sus interrelaciones.

3.2 Las empresas afectadas por el Plan Nacional de Asignación en Castilla y León

El Plan Nacional de Asignación 2005-2007 finalmente¹⁰ relaciona 62 instalaciones afectadas en Castilla y León: 11 corresponden a grupos de las cuatro centrales térmicas de carbón que existen en nuestra región, 3 a cementos, 3 a vidrio, 20 a cerámicas, 6 a pasta y papel y 19 a instalaciones de cogeneración. En total las instalaciones de la Comunidad reciben poco más de 48 Mt de CO₂ para el conjunto del periodo 2005-2007, repartidas de forma decreciente (17,2; 16,1 y 14,6) debido al decrecimiento de las asignaciones anuales del sector Generación: carbón que, como se sabe, está sometido a planes de reestructuración.

Con posterioridad, en la propuesta de asignación hecha por el Gobierno a finales de noviembre de 2005, para cumplir con el compromiso adquirido con la Comisión Europea de ampliar el ámbito de aplicación a las instalaciones de combustión de más de 20MW que no fueron incluidas inicialmente en el PNA aparecen 32 instalaciones castellano-leonesas. Algunas de ellas coinciden con las 19 instalaciones de cogeneración que aparecen en el PNA (Azucareras de La Bañeza, de Miranda, de Peñafiel, de Toro, Biocarburantes de Castilla y León, S.A. y Tableros Losan, S.A.). Consiguen, por tanto, asignaciones adicionales.

Por último, dentro de la propuesta de asignación para nuevos entrantes, hecha por el Gobierno, en esa misma fecha, aparecen cuatro instalaciones. Dos ellas, Cerámica García Cuesta, S.A y Cerámica Zaratán, están entre las 20 que figuran en el PNA por lo que parece lógico pensar que se trata de ampliaciones. En ese mismo Sector, Ceranor I también aparece en el PNA, mientras que ahora aparece como nuevo entrante Ceranor II (lo que parece indicar que se trata de una nueva instalación). En los anexos correspondientes a este capítulo ofrecemos la relación del segundo y del tercer grupo de instalaciones, con las correspondientes asignaciones. El detalle de las 62 que figuran en el PNA aparece, en cada uno de los sectores que se analizan posteriormente. Por otra parte, en los mismos anexos se ofrece la información, para cada una de las provincias, de las empresas afectadas en cada sector y las cantidades asignadas a las mismas.

3.3 Industria energética

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

3.3.1.1 Consideraciones metodológicas

Si bien es cierto que probablemente está en la mente de todos el adjudicar al “sector de la energía” una responsabilidad importante frente al fenómeno del cambio climático, no es menos cierto que tras ese término puede esconderse una considerable ambigüedad. Ambigüedad que se deriva sobre todo del hecho de que, al aludir a

dicho sector, se puede estar haciendo referencia tanto a actividades de producción de energía, como a todo el enorme y heterogéneo conjunto de actividades que “consumen” energía. Todo ello considerando, además, que existe una ineludible relación entre las cuestiones relativas a la producción y al consumo.

Así pues, resulta frecuente que se trate el problema “energético”, haciendo alusión a las dos perspectivas simultáneamente. Sin embargo, al mismo tiempo, cuando se ha abordado el análisis en profundidad de estos problemas, la manera de aproximarse a ellos ha sido separar dichas perspectivas. Así se ha hecho desde luego en los distintos organismos internacionales y de cada nación, en los diferentes grupos de expertos creados, y así se encuentra contemplado en los distintos informes, documentos, etc., que presentan en forma separada (aunque naturalmente siempre relacionada) las reflexiones relativas a la “producción” y al “uso”, o bien a la “oferta” y “demanda” de energía.

Por otra parte, como ya se ha comentado, este apartado del presente trabajo se propone estudiar separadamente los sectores afectados por el PNA. En consecuencia, este apartado se referirá a la “industria energética”, es decir a la producción de energía, mientras que los siguientes desarrollarán los demás sectores industriales afectados por dicho Plan. Las cifras de emisiones consideradas aquí serán, por tanto, las que se refieren al subgrupo de esta industria dentro del grupo 1 “Energía” de la metodología IPCC utilizada, que también incluye, en otros subgrupos, las emisiones de las otras industrias. Todo ello sin menoscabo de que en las consideraciones que se realizan respecto a las cuestiones energéticas se relacionen las que se refieren a producción y consumo con objeto de hacer posible una correcta interpretación del fenómeno.

3.3.1.2 La energía desde una perspectiva global

Una afirmación que podría servir como punto de partida inicial sería que, en la actualidad, la mayoría de los científicos no tienen dudas sobre que la utilización de las denominadas energías “convencionales” está teniendo y ha tenido, en todas sus formas de uso –tanto directas como indirectas–, una clara responsabilidad en el fenómeno del cambio climático.

Sin embargo, la simplicidad aparente de la relación causal que existe entre energía y cambio climático se desborda cuando profundizamos en las diferentes caras que rodean la cuestión energética y que forman un entramado de relaciones con sectores económicos, mercados e intereses políticos y económicos que inciden de manera sustancial en la cuestión energética. Especial consideración se ha de hacer en torno al factor de la localización de los recursos energéticos que determina de manera significativa la evolución del sector.

En cualquier caso, existen una serie de matices que conviene precisar para ayudar a una más correcta interpretación:

A) EL USO ENERGÉTICO Y LOS TIPOS DE EMISIONES CONTAMINANTES

Habitualmente, siempre que se habla de energía y contaminación, casi de manera exclusiva, se hace referencia a las emisiones de CO₂. Aunque la energía es responsable de casi el 90 % de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, lo cierto es que el poder contaminante de la energía también se extiende a las emisiones de metano y de óxido de nitrógeno (ver cuadro 3.1), aunque de manera menos significativa que en el caso del dióxido de carbono.

Cuadro 3.1 Emisiones contaminantes en el Sector de la Energía

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Otros	Suma
% sobre el total de GEI	82%	12%	4%	2%	100%
Contribución del Sector Energía	96%	35%	26%	nd	85%
Principal emisor en el Sector Energía	Combustión de Fuel	Emisiones Fugitivas	Combustión de Fuel	nd	

Fuente: Agencia Internacional de la Energía (1999).

B) CONCEPTO DE ENERGÍA CONTAMINANTE

Aunque convencionalmente se viene haciendo referencia a la energía en sentido amplio como claro factor determinante del cambio climático, es igualmente cierto que no todas las energías contribuyen en la misma proporción al citado fenómeno.

La confusión nace en ocasiones de los diferentes contextos de uso que se hace del término “energía”. En un contexto general, hablar de energía supone hablar de todo tipo de fuentes energéticas, lo que incluye, siguiendo el criterio de clasificación en función de su origen fósil o no, tanto las denominadas¹¹ fuentes de energía *convencionales* –carbón, gas natural y petróleo– como las fuentes de energía *no convencionales*, entre las que podemos citar la energía nuclear, la eólica, hidráulica, geotérmica, solar, fotovoltaica, entre otras posibles. Sin embargo, en muchos casos la utilización descontextualizada del término puede conducir a errores en la interpretación de algunos datos que hacen referencia a la energía de manera genérica, pero que indirectamente recogen variables solamente relacionadas con las energías convencionales.

Desde esta perspectiva, es preciso decir que en el marco que nos ocupa son las energías *convencionales*, que deben su denominación a su origen fósil, las que contribuyen de manera decisiva a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Partiendo de este enfoque podemos decir que los datos ofrecidos son determinantes.

c) LOS USOS DE LA ENERGÍA

Por un lado, dado que algunos combustibles fósiles participan en el mercado simultáneamente como bienes intermedios y como bienes finales, pueden tener como destinatarios tanto el consumo industrial como el privado, generándose flujos simultáneos de interrelación entre unos sectores y otros que hacen difícil valorar con exactitud su participación en el mercado.

La obtención de datos de determinadas variables relacionadas con el binomio energía-cambio climático, como las emisiones contaminantes por el uso final de la energía en consumidores privados en general, puede resultar una tarea difícil, en parte, debido a que se viene considerando despreciable la participación del consumo privado en el consumo de energía final prevaleciendo el consumo industrial y, en parte, debido a la dificultad que entraña conocer y recabar los datos de manera fiable. En la mayoría de los casos esa información se obtiene mediante estimaciones que pueden o no, en función del modelo utilizado, resultar fiables.

De manera secundaria, esta complejidad de relaciones dificulta el diseño y éxito de aplicación de medidas de política económica que tienen como objetivo final contribuir a reducir el papel que la energía tiene en sus diferentes usos sobre el fenómeno del cambio climático. Un claro ejemplo lo podemos encontrar en el diseño de políticas de eficiencia energética que satisfagan el uso racional de la energía tanto desde el lado de la demanda como desde el lado de la oferta.

Si bien es cierto que la actividad energética contribuye a la contaminación ambiental, los datos (que ya hemos ofrecido en la primera parte del trabajo) revelan que los incrementos más importantes en el volumen de emisiones por ramas de actividad se dan en el sector del transporte, razón por la cual esta actividad se ha convertido en un elemento clave para el control de las emisiones contaminantes procedentes del uso de combustibles y que serán analizadas con más profundidad posteriormente al referirnos a la contribución del subsector transportes al cambio climático.

Por otra parte, desde el punto de vista de la elaboración de previsiones sobre tendencias energéticas es preciso decir que son muchas las variables que pueden ser tenidas en cuenta¹². Desde el enfoque ambiental se suelen considerar indicadores que se clasifican de acuerdo a tres dimensiones que afectan a la consideración del binomio energía-medioambiente: la dimensión social, la económica y la ambiental. Para cada una de ellas se elaboran un conjunto de indicadores que define un perfil energético determinado. El importante número de posibilidades que ofrecen éstos junto con las deficiencias que tienen lugar por la ausencia de datos suficientes en algunos casos y deficientes en otros, aboca a los organismos internacionales, en determinadas circunstancias, a prescindir

de la significación de muchos de ellos y reducir la utilización de los mismos en comparativas o estudios a nivel internacional. En este sentido, se vienen utilizando¹³ como indicadores energéticos el crecimiento de la población, Producto Interior Bruto, consumo energético per-cápita, e intensidad energética. En esta línea, los trabajos desarrollados en diferentes ámbitos¹⁴ por grupos de especialistas y organismos internacionales coinciden en señalar lo siguiente:

- La estabilización de las concentraciones de emisiones de CO₂ a nivel global no es posible sin que tomen parte de su control tanto los países desarrollados como lo que están en vías de desarrollo.
- A menos que los países desarrollados empiecen adoptar más medidas, el aumento de las emisiones contaminantes seguirá creciendo.
- La posibilidad de que bajos niveles emisiones se mantengan estables en el tiempo sólo será posible si se incorporan de manera efectiva al marco de reducciones a los países en vías de desarrollo.
- Los niveles proyectados de crecimiento del PIB para los países en vías de desarrollo permiten suponer que los recursos de capital necesarios disponibles para reducir las emisiones de CO₂ serán escasos y deben ser encontradas las soluciones para la financiación de los costes de reducción.

3.3.1.3 El Sector de la Energía en el contexto internacional y nacional

3.3.1.3.1 EL CONTEXTO INTERNACIONAL

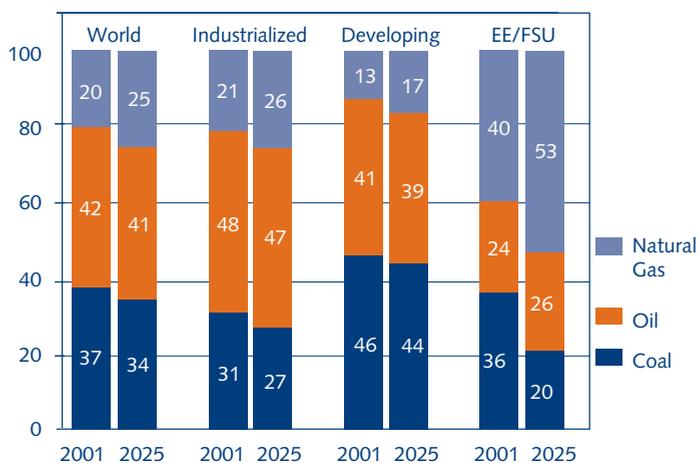
Como ya se ha puesto de manifiesto en la primera parte de este trabajo, en el año 2001 más del 48% de las emisiones de CO₂ han tenido su origen en las actividades desarrolladas por los países industrializados. En estos mismos países al menos la mitad de las emisiones relacionadas con el CO₂ tienen relación directa con las fuentes de energía convencionales y (como puede verse en el gráfico 3.1) en especial con el uso del petróleo –especialmente para el transporte– seguido por el carbón y el gas natural.

Previsiones, como éstas para el 2005, realizadas en el seno de organismos internacionales como la Agencia Internacional de la Energía o el Consejo Mundial de la Energía coinciden al señalar que los cambios en la actual estructura serán pocos si se siguen manteniendo las mismas pautas de crecimiento de la población y de consumo.

Los cambios más significativos entre los datos disponibles y la previsiones realizadas muestran una reducción del uso del carbón a favor del gas natural que ha experimentado incrementos de uso en los últimos años, tendencia que se espera se consolide en el largo plazo. Si consideramos los datos adjuntos encontramos que, en cuanto a la diferencia de emisiones por tipo de combustible entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo, éstos últimos utilizaban al principio del

período el carbón en mayor proporción, y el petróleo y sobre todo el gas natural en menor medida, pero la previsión muestra una evolución hacia el patrón de los países industrializados en el sentido de un menor uso del carbón y del petróleo y mayor del gas natural, con lo que parece que su dependencia del petróleo permanecerá a niveles inferiores al de los países desarrollados. En cuanto a los países de Europa del Este, se prevé incrementar aún mucho más el peso del gas natural, que ya al inicio del período tenía una importancia relativa muy superior a la de los otros países, a costa de una drástica disminución del uso del carbón.

Gráfico 3.1 Medidas y previsión de emisiones de CO₂ por tipo de combustible fósil y región a nivel mundial



Fuente: *Energy Information Administration (2004), pág 3¹⁵*.

3.3.1.3.2 ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO DESDE UNA PERSPECTIVA COMUNITARIA

La dimensión energética del cambio climático adquiere especiales dimensiones cuando descendemos al contexto comunitario. La actual Unión Europea se sustentó, para su creación, en el valor del carbón en un momento en el que éste desempeñaba un papel estratégico extraordinario en la industrialización de la Europa de la posguerra.

Desde el mismo momento en el que se firma el Tratado Constitutivo de la CECA¹⁶ se asume la situación energética europea, una situación caracterizada por el dominio absoluto de los recursos carboníferos frente a otros recursos fósiles que empezaban a apuntar como potenciales sustitutos. La riqueza carbonífera de los países que suscribieron el Tratado era suficiente para abastecer la demanda, y la competitividad

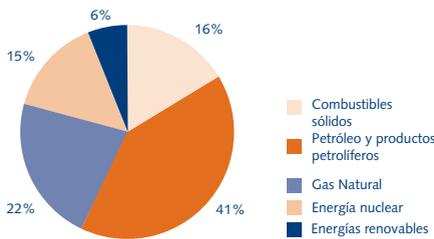
en los mercados internacionales no dejaba ver lo que sucedería con posterioridad a pesar de que ya entonces se manifestó la necesidad de planificar las alternativas al carbón cuando éste dejase de ser competitivo¹⁷. La cuestión energética en aquellos momentos no era considerada importante en la estrategia comunitaria en la medida en que los recursos eran suficientemente abundantes y competitivos.

Sin embargo, la sustitución del carbón por el petróleo no tardó en llegar y con ello la necesidad de diseñar de manera firme una estrategia energética sólida que garantizase el abastecimiento a largo plazo, evitando los negativos efectos que las experiencias de los shocks energéticos habían provocado con anterioridad.

La ausencia de recursos energéticos propios suficientes para garantizar la creciente demanda comunitaria, la necesidad de garantizar el autoabastecimiento en caso de crisis mediante la búsqueda de acuerdos político-energéticos estables, la pérdida de competitividad de las fuentes tradicionales más abundantes como el carbón y la necesidad de hacer compatibles el compromiso de garantía de abastecimiento energético con el compromiso ambiental adquirido por la Unión Europea, dotan a este problema comunitario de una complejidad notable y diferente de la que puede tener en otras regiones.

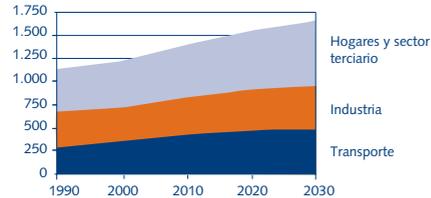
Gráfico 3.2 EU-15. EU-30

EU-15: Balance energético primario, 1998



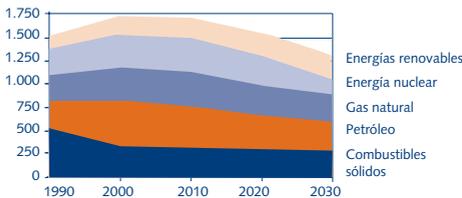
EU-30: Consumo de energía final

En millones de tep (toneladas equivalentes de petróleo)

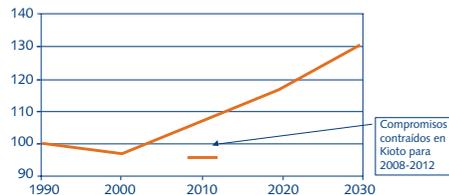


EU-30: Producción de energía

En millones de tep (toneladas equivalentes de petróleo)



EU-30: Emisiones de CO₂ (1990 = 100)



Fuente: Comisión Europea (2002).

Algunos datos nos pueden ayudar a entender cuál es el escenario energético comunitario en la actualidad. Tal y como se refleja en los gráficos adjuntos, se espera que el consumo final de energía aumente en los próximos años debido al incremento en los consumos tanto de electricidad como del transporte y la calefacción. Este aumento previsto del consumo tiene su génesis en el comportamiento de los hogares, sector transporte y sector servicios. El sector industrial ha sido el único que ha moderado su consumo energético en los últimos años debido a los avances en la racionalización del uso energético industrial y gracias a la aplicabilidad de resultados derivados de programas europeos como SAVE o ALTERNER.

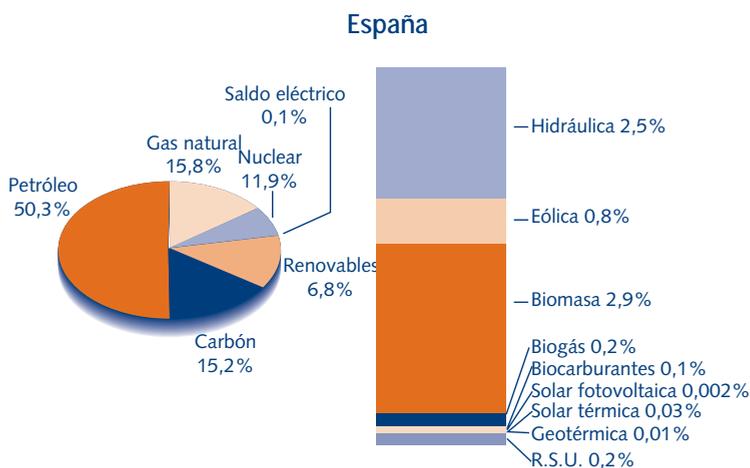
La gran cuestión que parece estar en el centro del debate energético comunitario es el resultado de la confluencia simultánea de una demanda interna creciente, la falta de capacidad de autoabastecimiento energético compatible con el desarrollo sostenible y una cada vez mayor dependencia exterior. Las acciones parecen dirigirse hacia la promoción de las energías renovables, las políticas de eficiencia energética, la inversión en tecnología y el desarrollo de una estrategia energética geopolítica que proporcione estabilidad en el suministro energético a largo plazo.

3.3.1.3.3 ENERGÍA EN ESPAÑA

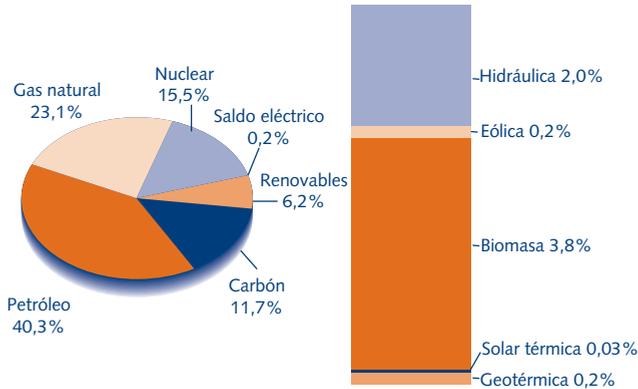
Consumo de energía primaria por fuentes

El gráfico 3.3 que mostramos a continuación puede ayudar a localizar algunos rasgos diferenciadores sobre el consumo de energía primaria en España respecto de sus socios comunitarios.

Gráfico 3.3 Consumo de energía primaria por fuentes para España (2003) y la Unión Europea (2001)



Unión Europea



Fuente: Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE) (2004).

Como puede observarse, aunque con importantes semejanzas con el marco europeo, la distribución del consumo de energía primaria en España muestra peculiaridades significativas. Tanto el carbón como las energías renovables tienen un peso relativo en la cifra total (el 15,2% y el 6,8% respectivamente), similar al existente en la UE, aunque muy ligeramente superior. Sin embargo, en España el petróleo presenta una importancia relativa mucho mayor (el 50,3% frente al 40,3% de la Unión), al revés que el gas natural (el 15,8% frente al 23,1%) y la energía nuclear (el 11,9% frente al 15,5%).

Una posible causa explicativa de este comportamiento lo podemos encontrar en la propia historia energética española. En un principio, el modelo energético español estuvo basado fundamentalmente en el uso de los recursos energéticos propios, es decir, el carbón. La apuesta firme durante años por el uso del carbón nacional e importado, junto con una planificación energética unas veces inexistente¹⁸, otras excesivamente laxa y optimista¹⁹ fueron conduciendo a la economía española a una elevada dependencia energética exterior y a la ausencia estructural de fuentes de abastecimiento internas alternativas.

Esta tendencia se rompe en cierta medida en el momento en el que España entra a formar parte del proyecto comunitario, momento a partir del cual el comportamiento del sector energético se ve sujeto a las directrices y objetivos marcados en el seno de las instituciones europeas. Los compromisos comunitarios adquiridos en materia medioambiental, la búsqueda de un autoabastecimiento energético sostenible a largo plazo, y los cambios acontecidos en materia de planificación energética en los últimos años han favorecido el desarrollo de las energías renovables en nuestro país.

Hemos señalado con anterioridad el protagonismo que las instituciones comunitarias atribuyen a las autoridades nacionales y regionales en el logro de los objetivos energético-ambientales de la UE. La adopción de estrategias por parte de los Estados miembros es fundamental y en ese sentido la política energética española ha experimentado una evolución importante en los últimos años. La elaboración de un Plan nacional de Fomento de las Energías Renovables y la adopción de medidas y programas de acción en el campo de la eficiencia y el ahorro energéticos son un claro ejemplo de ello.

Por lo que se refiere a la estructura del sector de energías renovables, en el mismo gráfico 3.3 destaca cómo éste ofrece una diversificación en el tipo de fuentes renovables que participan en el consumo primario de energía, resultado de una oferta variada y del comienzo de explotación del mayor potencial disponible en algunas de las fuentes de energía renovables como son la eólica y la solar fotovoltaica.

La comparación con la estructura existente en la UE, revela que en España, además de una mayor diversificación, tienen mayor peso relativo, sobre todo, la energía hidráulica (gran hidráulica), y la eólica, y menor peso la biomasa.

Consumo de energía final por fuentes

Los balances de energía final en España y la Unión Europea (gráfico 3.4 parte izquierda) presentan diferencias que van reduciéndose, de manera que la estructura de consumos española se va aproximando a los patrones medios de consumo de la Unión Europea. El consumo de gas natural representa ya un 15% del total, aunque se sitúa todavía ocho puntos por debajo de la media de nuestros socios comunitarios. El peso de las energías renovables en los respectivos balances de energía final es semejante y por encima del 4% y la importancia relativa de los consumos eléctricos es también similar, del orden del 20% del total. Por tanto, el menor peso del gas natural en España se ve compensado por un mayor recurso a los derivados del petróleo.

Quizás una explicación de este comportamiento radique en cómo el elevado peso del petróleo en la estructura de consumos está vinculado con la importancia del sector transporte dentro de la distribución del consumo por sectores, lo que puede marcar la diferencia de la economía española respecto de la media europea.

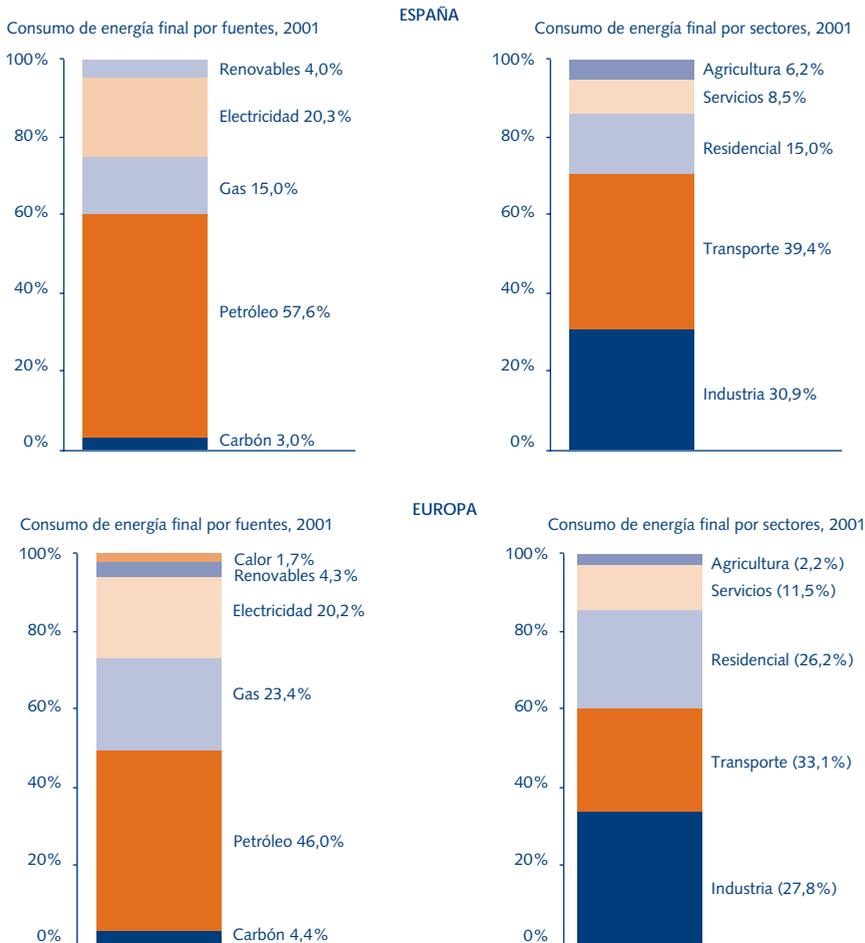
Consumo de energía final por sectores

Por lo que se refiere al consumo de energía final por sectores (cuya estructura para el año 2001 se muestra en la parte derecha del gráfico 3.4), el sector industrial representa un 31% del total de los consumos de energía final en España, mientras en la Unión Europea este porcentaje se sitúa por debajo del 28%. En el resto de nuestros socios comunitarios, los consumos energéticos de los sectores doméstico y

terciario absorben una proporción superior a la española, que alcanza los 11 puntos porcentuales en el caso del sector residencial²⁰.

Por otro lado, en España, el crecimiento de la demanda energética del sector transporte y de los sectores doméstico y terciario, está previsto que se modere en los próximos años como resultado de la puesta en marcha de medidas de ahorro y eficiencia dirigidas de manera prioritaria a estos sectores²¹.

Gráfico 3.4 Consumo de energía final por fuentes y sectores



Fuente: IDAE (2004)

La evolución de los indicadores de intensidad energética del sector industrial, por el contrario, ha puesto de manifiesto mejoras de la eficiencia en este sector en los últimos años. En este sentido podemos decir que, dado que la energía es un input fundamental de los procesos productivos de las empresas y el coste de la energía una partida importante en su cuenta de resultados, en orden a mejorar la competitividad de éstas en los mercados internacionales, el sector industrial ha hecho un esfuerzo significativo para reducir los consumos energéticos por unidad de producto.

Producción de energía

En cuanto a la producción de energía primaria en España²², durante el año 2003 experimentó un incremento del 3% respecto al año anterior. Este incremento fue el resultado de un aumento del petróleo y el gas natural, pero también de la energía hidráulica y de la participación de otras fuentes de energía renovables. No obstante, este incremento en la producción nacional primaria no se ha visto reflejada en la intensidad primaria de energía que se ha seguido manteniendo en niveles semejantes a los de períodos anteriores, lo que refuerza la importancia que pueden desempeñar las políticas de eficiencia y ahorro energéticos.

Por lo que respecta a la producción de electricidad, España continúa experimentando aumentos lentos pero constantes de la potencia instalada. En la estructura de su generación, la energía hidráulica ocupa un lugar preferente ya que el 27,8% de la electricidad generada procede de la gran hidráulica, lo que puede considerarse significativo desde del punto de vista medioambiental. Las posibilidades de incremento de la potencia instalada de este tipo de generación es muy limitada debido, en parte, a los obstáculos asociados a su puesta en marcha y, en parte, a la aleatoriedad asociada a climatología²³, cuya evolución puede limitar de manera clara y decisiva el potencial generador.

El consumo de combustibles fósiles para la generación eléctrica se ha visto reducido durante el año 2003 un 4,8% debido a la fuerte expansión del uso de biomasa –32,7% más que el año anterior– seguido de la solar fotovoltaica –29,03%– y la eólica. Estos cambios pueden considerarse un giro importante en la estructura de la generación eléctrica nacional y, por tanto, en el volumen de las emisiones contaminantes asociadas.

3.3.2 EL SECTOR DE LA ENERGÍA EN CASTILLA Y LEÓN

3.3.2.1 Características diferenciales

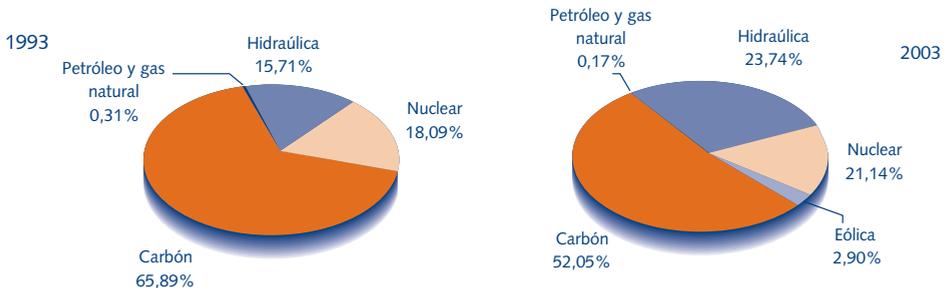
Para poder determinar el papel que juega el sector energético en Castilla y León ante el cambio climático es indispensable mostrar algunas de sus características estructurales.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA

En la distribución de la producción total de energía primaria para Castilla y León, claramente se distingue la trascendencia que tiene el carbón, aún cuando su producción ha pasado de 3.339.263,32 tep en el año 1997 a 2.398.582,02 tep el año 2003, lo que evidencia una reducción de 930.681,29 tep para el período considerado. Le siguen en orden de importancia la producción hidráulica y la energía nuclear, cuyo peso relativo, además, ha aumentado en ese mismo período. Especialmente significativa resulta la presencia que tiene ya la energía eólica en el año 2003. (gráfico 3.5)

Desde otra perspectiva, Si tomamos como referencia la importancia de la contribución regional a la producción nacional, nos encontramos con que la región ha reducido en términos totales su participación. Si en el año 1997 la aportación de la producción de energía primaria de la región al total nacional de la producción de energía primaria suponía el 20,41%, ese porcentaje se ha visto reducido a un 17,51% en el año 2003. Las causas de esa reducción son atribuibles principalmente a la disminución de la producción de carbón, resultando significativo que dicho decremento se haya visto acompañado por un aumento importante de la participación de la energía eólica regional en el total nacional de dicha energía, lo que puede considerarse indicador de los cambios que están produciendo en la estructura energética de la Comunidad Autónoma y que tienen su impacto a nivel nacional.

Gráfico 3.5 Evolución de la estructura energética en Castilla y León 1993/2003



Fuente: EREN.

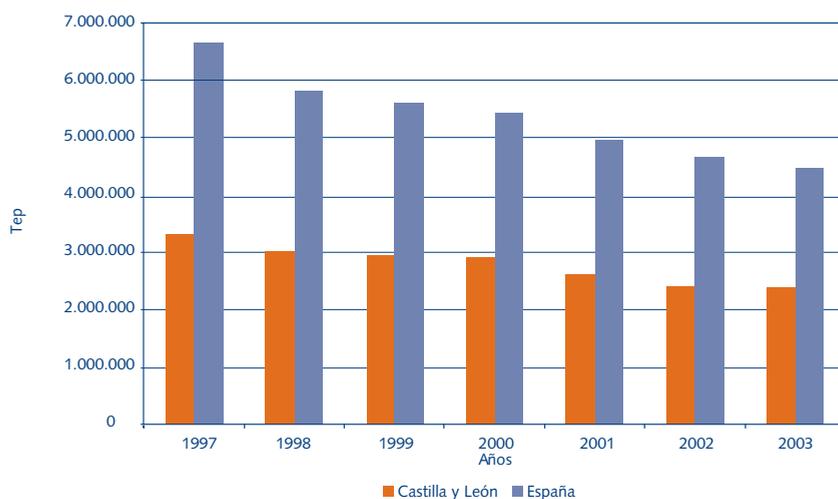
El análisis diferenciado de cada fuente de energía permite realizar las siguientes consideraciones:

- a) Efectivamente, la producción primaria regional de carbón se ha reducido en los últimos años, pasando de suponer un 65,89% del total de producción de energía primaria regional en 1993 a un 52,05 en 2003. Sin embargo, su participación en el total nacional de la producción primaria de carbón ha pasado

de ser un 49,97% en el año 1997 a un 52,05 % en el año 2003, lo que claramente indica la tendencia decreciente de este recurso no sólo a nivel regional, sino también a nivel nacional, de tal forma que las reducciones experimentadas en Castilla y León en la producción primaria de este combustible no han sido tan importantes como las efectuadas en otras regiones minero-energéticas españolas. Así, a pesar de la racionalización, la importancia relativa del carbón regional en el total nacional no sólo se ha mantenido, sino que ha aumentado²⁴.

- b) Por lo que respecta a la producción de petróleo y gas natural en Castilla y León, además de que siempre tuvo una presencia residual, su tendencia también ha seguido una trayectoria descendente, motivada por el progresivo agotamiento del yacimiento existente²⁵. La producción se ha reducido en aproximadamente 3.000 tep disminuyendo con ello su participación en el global de la producción de energía primaria regional que ha pasado de ser del 0,31 % en 1997 al 0,17% en 2003.

Gráfico 3.6 Comparación de la producción primaria de carbón nacional y en Castilla y León (1997-2003)



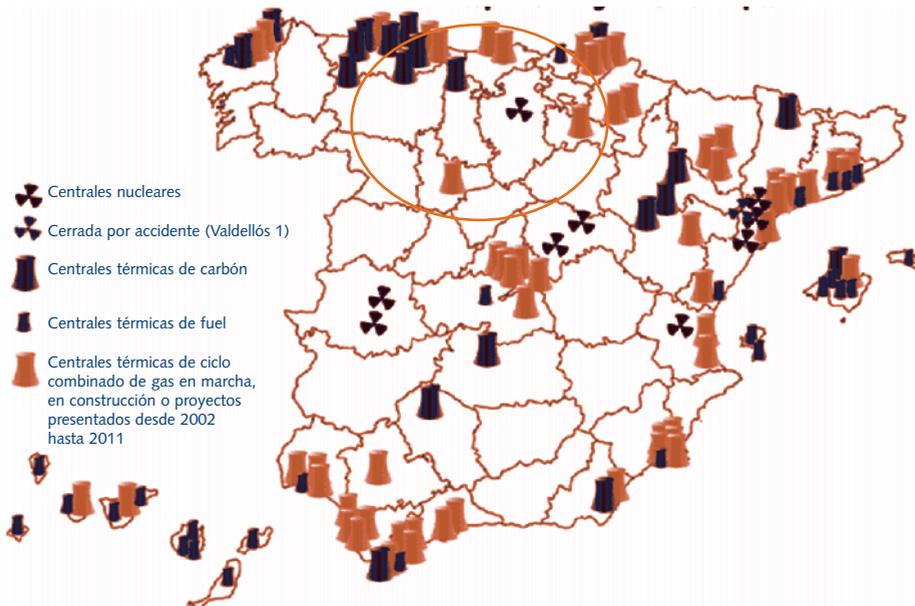
Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos facilitados por el EREN.*

La evolución de éste combustible a nivel nacional ha sido sin embargo algo diferente. La entrada en explotación de nuevos yacimientos en el resto

España hace que la producción nacional de petróleo y gas natural aumente ligeramente, pasando de 550.693 tep en 1997 a 573.588 tep en 2003.

- c) En cuanto a la producción hidráulica, ésta depende totalmente de la hidraulicidad de cada año por lo que el componente estacional y climático en el análisis de la evolución de este tipo de energías es claramente relevante. En el ámbito autonómico, la producción hidráulica ha experimentado oscilaciones que van desde las 482.796 tep en 1999 a las 1.093.818 tep en el año 2003, con una participación en el total regional que ha oscilado entre el 11 % y el 23,74 % en 2003. La aportación de Castilla y León a la producción hidráulica nacional se ha mantenido entre el 20 % y el 27%. En ambos casos parece evidente la importancia que tiene este tipo de energía en la producción primaria tanto a nivel autonómico como nacional.
- d) La producción nuclear básicamente ha tenido un comportamiento estable, tanto en el marco autonómico como en el nacional ante la moratoria nuclear declarada y la permanencia de las instalaciones en servicio²⁶. La generación autonómica en 2003 ha sido de 974.385 tep lo que significa un 21,14% de la producción total regional y un 6.03% del total de la producción nacional.

Gráfico 3.7 Mapa térmico y nuclear español



Fuente: Greenpeace.

- e) Finalmente, la aportación de la energía eólica a la producción de energía primaria crece de forma importante en la región de Castilla y León. Se ha pasado de una generación de 0 tep en 1997 a 133.478 tep en el año 2003, con ritmos de incremento interanuales²⁷ nunca inferiores al 40%. En España también se puede constatar un incremento importante de la participación eólica pero sin alcanzar los ritmos desarrollados por la Comunidad Autónoma que nos ocupa. La producción eólica regional ya representa el 2,90% de la producción regional de energía primaria y un 13,03% de la producción eólica nacional, lo que puede considerarse un claro indicativo no sólo del relevo energético que la energía eólica está haciendo de fuentes convencionales como el carbón, sino también del importante papel que desempeña ya hoy la producción eólica regional a nivel nacional.

CONSUMO DE ENERGÍA FINAL

Desde el punto de vista del consumo de energía final²⁸, podemos decir que éste ha aumentado en el periodo considerado tanto en la Comunidad Autónoma como en el conjunto del país, aunque con mayor fuerza en este último ámbito, ya que la parte proporcional del consumo de energía final de Castilla y León respecto al total nacional se ha visto reducida. El consumo de gas natural ha aumentado con fuerza en Castilla y León, llegando a doblarse debido fundamentalmente al gran impulso de extensión de las redes de transporte y distribución que se ha realizado. Así, el consumo de gas natural en Castilla y León ha pasado de suponer el 5,4% del total nacional, a ser el 6,21% en el año 2003.

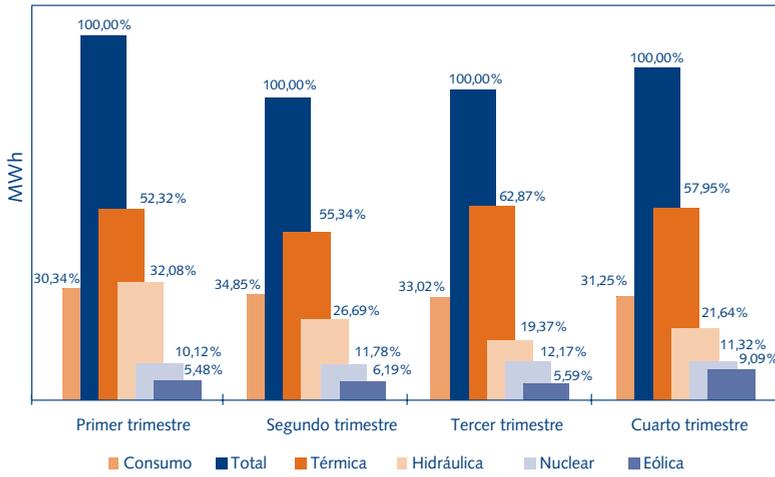
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR FUENTES

La distribución por fuentes de la producción de energía bruta eléctrica a lo largo del año 2004, muestra el predominio en la región de la generación térmica de energía, que se mantiene en una media del 57% (gráfico 3.8) Por otra parte, del análisis de los datos del mismo gráfico igualmente podemos extraer el carácter netamente exportador que tiene la región, dado que los consumos energéticos dentro de la Comunidad apenas sobrepasan el 30% de la generación bruta.

Por otro lado, puede observarse cómo La generación total de electricidad en Castilla y León sigue una tendencia claramente oscilatoria, debido principalmente al componente estacional de la hidráulidad, asociado no sólo a una generación que, como hemos visto, juega un papel decisivo en la estructura primaria –vista con anterioridad– sino también a la entrada en funcionamiento del mercado eléctrico que, en parte, ha puesto de manifiesto la necesidad de reducir de forma sustancial el stock de carbón en las centrales térmicas. La participación nacional de Castilla y León, por tanto, ha descendido. La generación de electricidad de origen hidráulico

a nivel autonómico oscila entre 5,5 y 12,5 millones de MWh. La hidráulica de Castilla y León supone anualmente entre un 20% y un 27% del total nacional, siempre según la bondad del año hidráulico.

Gráfico 3.8 Evolución trimestral de la producción de energía bruta eléctrica y del consumo total (2004)



Fuente: EREN.

A su vez, la participación de la energía nuclear se ha mostrado bastante estable oscilando entre los 3,5 y 4 millones de MWh. En el ámbito nacional, este tipo de generación sigue una trayectoria ligeramente descendente que puede explicarse porque las centrales nucleares siempre han funcionado en base al sistema del máximo número de horas posible, y no ha aumentado su potencia instalada en el periodo. Sin embargo, pese a que el incremento de potencia térmica no nuclear no ha aumentado aún significativamente, sí lo ha hecho el número de horas de funcionamiento de este tipo de centrales.

La generación eléctrica de origen eólico ha sido claramente ascendente tanto en el ámbito autonómico como en el nacional. Su expansión, tanto en la producción primaria bruta de energía regional como en generación eléctrica, ha sido muy importante debido en gran medida al impulso a su desarrollo recibido al amparo del apoyo normativo realizado tanto por las instituciones comunitarias como nacionales²⁹. La generación de electricidad a partir de la energía eólica en Castilla y León ha experimentado un crecimiento bastante importante pasando de ser inexistente a superar 1 millón de MWh anuales en 2003.

Los datos sobre la estructura de la generación termoeléctrica de la región para año 2004 señalan que aproximadamente el 66,4 % de la electricidad producida en la región tiene un origen térmico, el 20,8 % es de origen hidráulico y el 12,9% restante de origen nuclear. En la actualidad, en la región de Castilla y León están operando cuatro centrales térmicas con una potencia instalada de 3.246 Mw. Tres de ellas situadas en la provincia de León y otra en la provincia de Palencia.

3.3.2.2 Emisiones en Castilla y León

3.3.2.2.1 ELABORACIÓN PROPIA SEGÚN DATOS DEL MMA

En el cuadro 2.5 del capítulo 2 se ponía de manifiesto el importantísimo peso relativo que el apartado de “industrias energéticas” tiene en el conjunto de las actividades de combustión, que a su vez, constituye la práctica totalidad del grupo 1 “Energía”. Con objeto de conocer más detalladamente la procedencia de las emisiones de estas industrias, se ha elaborado la siguiente información con los datos suministrados por el MMA:

Como puede verse, tanto en el año inicial como en el final considerados³⁰, la casi total responsabilidad de las emisiones de las industrias energéticas de la región, corresponde a la “Producción de electricidad y calor”, cuya elevada cifra constituye la causa fundamental de la importancia de las emisiones castellanoleonesas.

Cuadro 3.2 Distribución por gases de las emisiones de las actividades de combustión en Castilla y León

Año 1992				
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Total
1. ENERGÍA	572.351,845	26.120.628,408	177.150,833	26.870.131,086
1. A Actividades de Combustión	136.899,821	26.120.616,632	177.150,833	26.434.667,287
1. A.1 Industrias energéticas	1.890,293	14.762.447,499	37.109,705	14.801.447,496
1. A.1.a Producción de electricidad y calor	1.849,414	14.684.000,000	36.682,183	14.722.531,597
1. A.1.b Refino de petróleo	0,000	0,000	0,000	0,000
1. A.1.c Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias	40,878	78.447,499	427,522	78.915,899

Año 2003

	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Total
1. ENERGÍA	569.912,935	32.072.544,280	310.184,034	32.952.641,249
1. A Actividades de Combustión	115.929,544	32.072.521,930	310.184,034	32.498.635,508
1. A.1 Industrias energéticas	2.059,591	15.567.904,727	40.285,795	15.610.250,113
1. A.1.a Producción de electricidad y calor	2.028,987	15.523.554,122	40.052,669	15.565.635,778
1. A.1.b Refino de petróleo	0,000	0,000	0,000	0,000
1. A.1.c Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias	30,605	44.350,605	233,126	44.614,336

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del MMA.*

Sin embargo, simultáneamente, se observa que el crecimiento de esta cifra a lo largo del período considerado, ha sido moderado –un 5,5%– lo que explica la pérdida de peso relativo que han tenido las industrias energéticas en el conjunto del grupo “Energía”, que se había ya podido observar en el gráfico 2.10, y también la pérdida de peso relativo de las emisiones regionales en el total nacional.

Sabemos, según la metodología del Inventario Español de Gases de Efecto Invernadero, que la “Producción de electricidad y calor” se refiere, en este caso, sustancialmente a los 11 grupos de las Centrales Térmicas de la Región, por lo que la explicación del comportamiento de las emisiones que estamos considerando deberá encontrarse en la estructura de consumos de combustibles de dichas Centrales, que se analizarán con detalle en los apartados siguientes.

Puesto que este sector concentra una parte importante de las emisiones regionales, y se concentra a su vez en un número pequeño de instalaciones, ha sido uno de los que han sido objeto de estimación propia, ya que cobraba especial interés la posibilidad de utilizar información directa de las fuentes regionales. Por otra parte, el Ministerio no ofrece datos de la cogeneración, por lo que, dada la importancia creciente de ésta, también presentaba un gran interés el conocimiento de sus emisiones.

Así, a continuación se muestra la estimación propia realizada de las emisiones de las Centrales Térmicas y de la Cogeneración.

3.3.2.2.2 ESTIMACIÓN PROPIA

3.3.2.2.2.1 Metodología utilizada

Térmicas

Las emisiones de CO₂ de CH₄ y de N₂O para las centrales térmicas de Castilla y León se han calculado, a partir de los factores de emisión, del consumo de combustibles por parte de las térmicas y de la capacidad calorífica de cada uno de ellos, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Emisión anual} = \text{Consumo de combustible} \times \text{Capacidad calorífica} \times \text{Factor de emisión}$$

Datos utilizados

Disminuye la utilización de antracita y de fuel-oil mientras que el uso de hulla aumenta un 46,3 % y el de gas-oil un 102% y comienza a utilizarse coque de petróleo.

Cuadro 3.3 Consumo de combustibles y capacidad calorífica

	1992	2004	Capacidad Calorífica (Kcal/Kg)
Hulla (t)	3.536.855	5.176.620	4.815
Antracita (t)	3.440.316	2.475.096	6.354
Coque (t)	0	434.651	7.181
Fuel-oil (t)	36.058	28.167	10.074
Gas-oil (t)	4.748	9.591	10.191

Fuente: EREN.

Cuadro 3.4 Factores de emisión y fuente utilizada

	Factores de emisión de CO ₂ (Kg/GJ)	Fuente
Hulla	94,70	E MEP/CORINAIR
Antracita	98,30	IPCC e E MEP/CORINAIR
Coque	99,80	IPCC
Fuel-oil	76,59	IPCC
Gas-oil	73,00	IPCC/E MEP/CORINAIR

	Factores de emisión de CH ₄ (g/GJ)	Fuente
Hulla	0,60	E MEP/CORINAIR
Antracita	0,60	IPCC e E MEP/CORINAIR
Coque	1,50	IPCC
Fuel-oil	0,90	IPCC
Gas-oil	0,03	E MEP/CORINAIR

	Factores de emisión de N ₂ O (g/GJ)	Fuente
Hulla	0,80	E MEP/CORINAIR
Antracita	0,80	IPCC e E MEP/CORINAIR
Coque	14,00	IPCC
Fuel-oil	0,30	IPCC
Gas-oil	15,70	IPCC/E MEP/CORINAIR

Resultados obtenidos

Cuadro 3.5 Emisión de CO₂

	1992	2004
Hulla	6.751.511,018	9.881.663,020
Antracita	8.997.199,927	6.472.932,981
Coque	0,000	1.304.250,178
Fuel-oil	116.480,130	90.990,823
Gas-oil	14.788,784	29.874,347
Total	15.879.979,859	17.779.711,349

Fuente: *Estimación propia.*

Cuadro 3.6 Emisión de CH₄ (t)

	1992	2004
Hulla	42,776	62,608
Antracita	54,917	39,509
Coque	0,000	19,603
Fuel-oil	1,369	1,069
Gas-oil	0,006	0,01
Total	99,068	122,802

Fuente: *Estimación propia.*

Cuadro 3.7 Emisión de N₂O (t)

	1992	2004
Hulla	57,035	83,478
Antracita	73,222	52,679
Coque	0,000	182,961
Fuel-oil	0,456	0,356
Gas-oil	3,181	6,425
Total	133,894	325,899

Fuente: *Estimación propia.*

Cuadro 3.8 Emisión de toneladas equivalentes de CO₂

	1992	2004
Hulla	6.770.090,19	9.908.855,91
Antracita	9.021.052,17	6.490.093,20
Coque	0,00	1.361.379,88
Fuel-oil	116.650,31	91.123,76
Gas-oil	15.774,90	31.866,37
Total	15.923.567,572	17.883.319,133

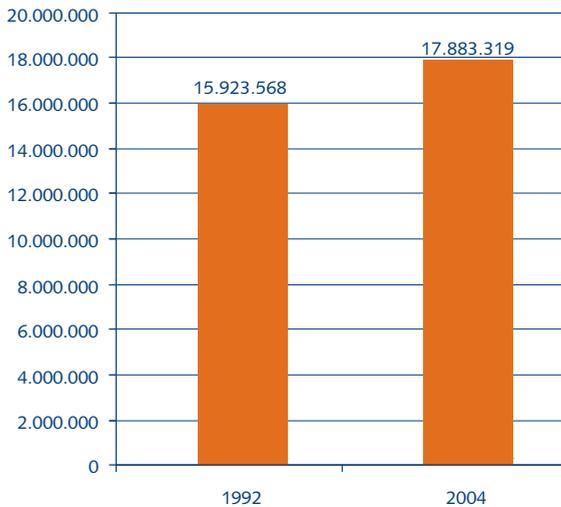
Fuente: *Estimación propia.*

Cuadro 3.9 Emisión de toneladas equivalentes de CO₂

	1992	2004
León	13.479.707,75	14.167.083,99
Palencia	2.443.859,82	3.716.235,15
Total	15.923.567,572	17.883.319,133

Fuente: *Estimación propia.*

Gráfico 3.9 Emisión de toneladas equivalentes de CO₂



Fuente: *Estimación propia.*

Cogeneración

Para calcular las emisiones de las instalaciones de cogeneración de Castilla y León se utilizó el consumo de los distintos tipos de combustible que éstas realizan y los factores de emisión de dichos combustibles.

Datos utilizados

Cuadro 3.10 Consumo de combustibles

Consumo de combustibles 2004 (GJ)			
Gas Natural	Gas-oil	Fuel-oil	Biogas
23.760.994,355	237.429,239	3.064.751,696	6.443,610

Fuente: EREN.

Cuadro 3.11 Factores de emisión y fuentes utilizadas

	Factores de emisión de CO ₂ (Kg/GJ)	Fuente
Gas natural	55,5	IPCC
Gas-oil	73,00	IPCC e EMEP/CORINAIR
Fuel-oil	76,59	IPCC
Biogas	75	EMEP/CORINAIR

	Factores de emisión de CH ₄ (g/GJ)	Fuente
Gas natural	4,00	EMEP/CORINAIR
Gas-oil	1,5	EMEP/CORINAIR
Fuel-oil	3,00	EMEP/CORINAIR
Biogas	2,5	EMEP/CORINAIR

	Factores de emisión de N ₂ O (g/GJ)	Fuente
Gas natural	2,00	EMEP/CORINAIR
Gas-oil	2,5	EMEP/CORINAIR
Fuel-oil	2,5	EMEP/CORINAIR
Biogas	2,5	EMEP/CORINAIR

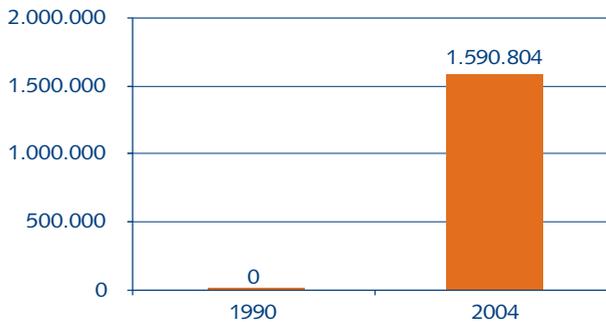
Resultados obtenidos

Cuadro 3.12 Emisiones por combustible

	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O(t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
Gas natural	1.318.735,19	95,04	47,52	1.335.462,95
Gasóleo	17.332,33	0,36	0,59	17.523,82
Fuelóleo	234.759,98	9,19	7,66	237.328,25
Bio gas	483,27	0,02	0,02	488,60
Total	1.571.310,77	104,61	55,79	1.590.803,62

Fuente: Estimación propia.

Gráfico 3.10 Emisiones por combustible



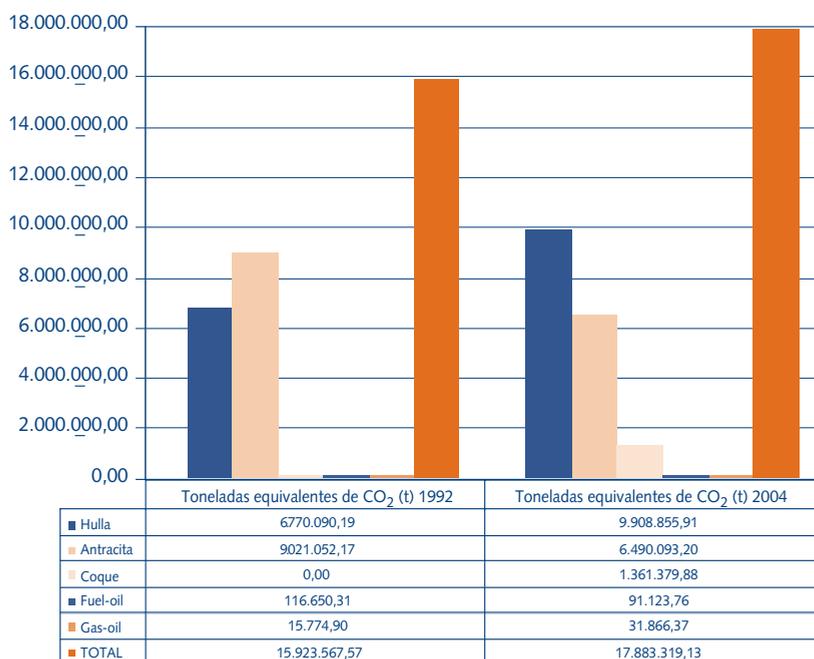
Fuente: Estimación propia.

3.3.2.2.2 Emisiones de las centrales térmicas

Los gráficos adjuntos muestran las estimaciones de emisiones de CO₂ por parte de las centrales térmicas en la Región.

Atendiendo a la estructura de los consumos de las centrales térmicas, ésta se apoya de manera sustancial en el consumo de hulla y antracita siendo muy inferior el consumo de coque y otros combustibles como son el gas-oil y el fuel-oil. De acuerdo a estos combustibles consumidos, se han producido las emisiones correspondientes a cada uno de ellos tal y como se muestra en el gráfico 3.11. El total de las emisiones de CO₂ de origen térmico en la región de Castilla y León se ha visto incrementado en todos estos años pasando de 15.923.567,37 toneladas equivalentes de CO₂ en 1992 a 17.883.319,13 toneladas equivalentes de CO₂ en el año 2004, lo que supone un incremento del 12,3 % en el volumen de emisiones en un período de 12 años.

Gráfico 3.11 Emisiones de origen térmico en Castilla y León de acuerdo a los combustibles utilizados: 1992 y 2004



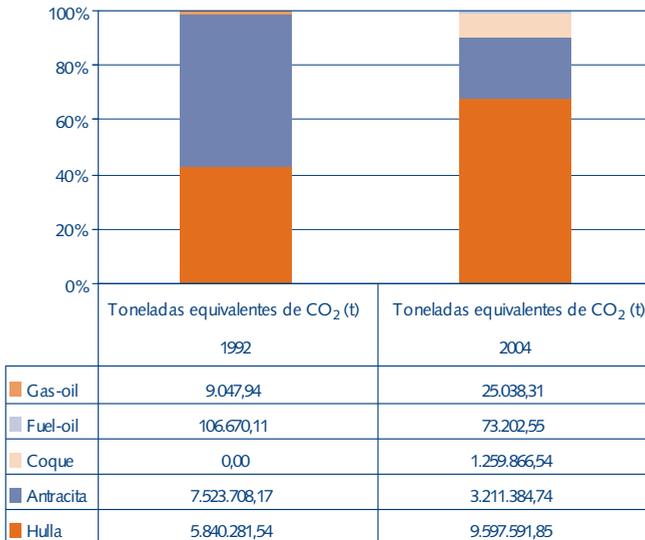
Fuente: *Estimación propia.*

Puesto que en Castilla y León la actividad eléctrica de origen térmico se concentra en las provincias de Palencia y León, los gráficos que ofrecemos a continuación muestran la estructura comparativa de las emisiones totales de CO₂ en estas dos provincias por tipo de combustible usado en la generación eléctrica de origen térmico. Parece clara la no existencia de grandes diferencias en la estructura de los consumos realizados en las centrales térmicas de las dos provincias. No obstante y dado que en la provincia de León se localizan un mayor número de estas centrales, el volumen de emisiones en esta provincia es claramente mayor que en el caso de la provincia de Palencia.

Por lo que a la provincia de León se refiere, las emisiones totales de toneladas equivalentes de CO₂ han aumentando en un 5,09% y la estructura de las emisiones por tipo de combustibles ha experimentado una evolución significativa. Efectivamente, como puede verse en el gráfico 3.12, las emisiones debidas a la combustión de antracita han disminuido notablemente en términos relativos, habiéndose incrementado sustancialmente la participación de las debidas a la hulla y al coque, que empieza a tener una presencia significativa

Por lo que se refiere a la estructura del consumo de las centrales térmicas podemos decir en primer lugar que en el consumo total de combustibles se ha visto incrementado en un 12%. El análisis por tipo de combustible revela una reducción de consumo de fuel-oil y un incremento del consumo del resto, resultando especialmente llamativo el aumento en el consumo de coque que ha pasado de 0 toneladas en 1992 a 402.241,00 en el año 2004.

Gráfico 3.12 Comparativa emisiones de CO₂ por tipo de combustible de origen térmico para la provincia de León (1992-2004)



Fuente: *Estimación propia.*

Por otra parte, la estructura de las emisiones responde a un comportamiento diferenciado en los tipos de gases de efecto invernadero ya que las emisiones en toneladas de CO₂ han experimentado una variación porcentual para el período considerado³¹ de un 4,72% mientras que las toneladas de CH₄ se han incrementado un 18,15% y las de N₂O lo han hecho en un 150,26%. Es significativo pues, observar el diferente ritmo de crecimiento en los tipos de emisiones dado que el ritmo de crecimiento de las emisiones en toneladas de CO₂ ha sido más lento que las de las otras emisiones asociadas al subsector termoelectrico en la provincia de León.

Cuadro 3.13 Consumo de combustible y emisiones en la provincia de León.
1992 y 2004

	1992				
	Consumo de CO ₂ (t)	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Toneladas equivalentes CO ₂ (t)
Hulla	3.051.101,00	5.824.254,04	36,9000	49,20	5.840.281,54
Antracita	2.869.281,00	7.503.815,00	45,8000	61,07	7.523.708,17
Coque	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Fuel-oil	32.973,00	106.514,49	1,2500	0,42	106.670,11
Gas-oil	2.723,19	8.482,34	0,0035	1,82	9.047,94
Total		13.443.065,87	83,9535	112,51	13.479.707,76

	2004				
	Consumo de CO ₂ (t)	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Toneladas equivalentes CO ₂ (t)
Hulla	5.014.008,64	9.571.253,15	60,64	80,86	9.597.591,85
Antracita	1.224.710,61	3.202.893,63	19,55	26,07	3.211.384,74
Coque	402.241,00	1.206.996,80	18,14	169,32	1.259.866,54
Fuel-oil	22.627,78	73.095,76	0,86	0,29	73.202,55
Gas-oil	7.535,86	23.473,12	0,01	5,05	25.038,31
Total		14.077.712,46	99,20	281,59	14.167.083,99

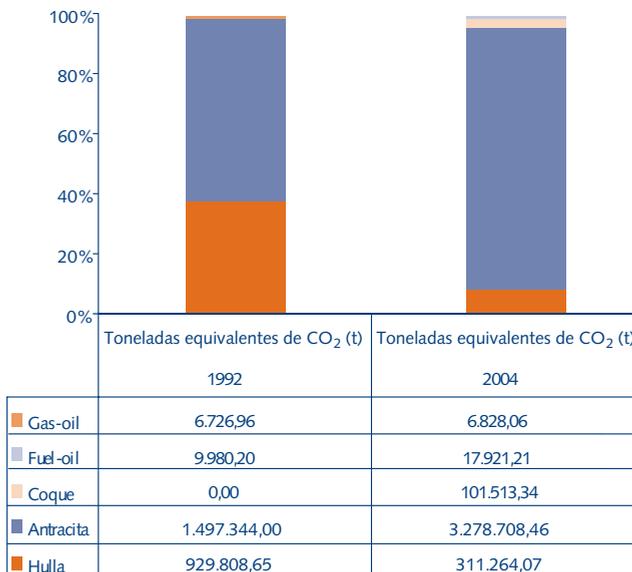
Fuente: EREN (consumos) y estimación propia (emisiones).

Por lo que respecta a la provincia de Palencia, tal y como hemos señalado con anterioridad, la generación térmica es muy inferior a la de la provincia de León, ya que sólo existe una central de esta naturaleza. No obstante, el aumento en el total de toneladas equivalente emitidas de CO₂ ha sido proporcionalmente superior a la de la provincia de León situándose la variación porcentual para el mismo período en un 52,064%. Respecto a la distribución de las emisiones por tipo de combustible, como se observa en el gráfico 3.13, en el año 92 era muy similar a la de León, aunque el peso relativo de las de la hulla era ligeramente superior y ligeramente inferior el de las debidas a la antracita. Sin embargo, la evolución experimentada a lo largo del período ha discurrido en sentido contrario a la de León, ya que en el 2004 en Palencia las emisiones por hulla han sido casi sustituidas por las de antracita,

si bien es cierto que también en esta provincia las emisiones por coque han adquirido cierto peso relativo, aunque no tanto como en León La estructura de los consumos de combustible en la central de Palencia muestra reducciones en el consumo de hulla y gas-oil y aumentos del resto de combustibles consumidos siendo el que más crecimiento ha tenido el consumo de coque, al igual que sucedía en el caso de la provincia de León.

Por otra parte, la evolución de la estructura por tipo de gases revela aumentos significativos de todos ellos destacando, una vez más la evolución del N₂O que se ha incrementado en un 107,29%.

Gráfico 3.13 Comparativa emisiones de CO₂ de origen térmico para la provincia de Palencia por tipo de combustible (1992-2004)



Fuente: *Estimación propia.*

Cuadro 3.14 Consumo de combustible y emisiones en la provincia de Palencia. 1992 y 2003

	1992				
	Consumo (t)	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Toneladas equivalentes CO ₂ (t)
Hulla	485.754,00	927.256,98	5,87000	7,83	929.808,65
Antracita	571.035,00	1.493.384,93	9,12000	12,15	1.497.344,00
Coque	0,00	0,00	0,00000	0,00	0,00
Fuel-oil	3.085,00	9.965,64	0,12000	0,04	9.980,20
Gas-oil	2.024,64	6.306,44	0,00259	1,36	6.726,96
Total		2.436.914,00	15,11000	21,38	2.443.859,82

	2004				
	Consumo (t)	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Toneladas equivalentes CO ₂ (t)
Hulla	162.611,70	310.409,87	1,97	2,62	311.264,07
Antracita	1.250.385,54	3.270.039,35	19,96	26,61	3.278.708,46
Coque	32.410,44	97.253,38	1,46	13,64	101.513,34
Fuel-oil	5.539,66	17.895,07	0,21	0,07	17.921,21
Gas-oil	2.055,06	6.401,22	0,00263	1,38	6.828,06
Total		3.701.998,89	23,60263	44,32	3.716.235,14

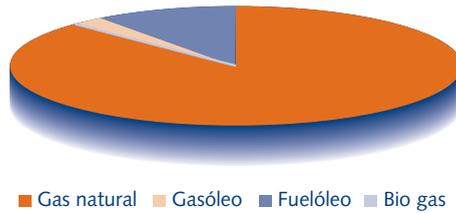
Fuente: EREN (consumos) y estimación propia (emisiones).

3.3.2.2.3 Emisiones de las instalaciones de cogeneración

Junto a la generación eléctrica de origen térmico se sitúan las instalaciones de cogeneración. Esta tecnología de generación eléctrica se ha convertido en los últimos años en un instrumento viable de la producción eficiente de energía. Los sistemas de cogeneración están ligados a la disminución de los consumos de energía primaria y, en consecuencia, a la reducción de las importaciones de combustible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la reducción de pérdidas en el sistema eléctrico e inversiones en transporte, el aumento de la garantía de potencia y calidad del servicio eléctrico, la mejora de la competitividad industrial y de la competencia en el sistema eléctrico, la promoción de pequeñas y medianas empresas de construcción y operación de plantas de cogeneración y la motivación por la investigación y desarrollo de nuevos sistemas energéticos eficientes.

Actualmente en Castilla y León existen más de 60 plantas de cogeneración que consumen un total de 27.069.618,90 GJ, pudiendo atribuirse el consumo más importante al gas natural (88%) seguido de lejos por el consumo de gasóleo (11%). Es comparativamente poco significativo en el panorama regional tanto el consumo de fuelóleo, como el de biogás.

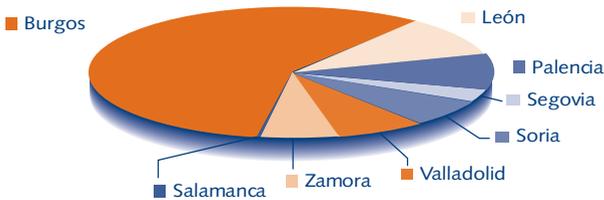
Gráfico 3.14 Estructura de los consumos de combustible para cogeneración en Castilla y León 2004



Fuente: Datos de la Junta de Castilla y León

La estructura de las emisiones asociadas a la generación de electricidad por cogeneración asciende en toneladas equivalentes de CO₂ a 1.590.803,62, de las cuales el mayor porcentaje es causado por las emisiones de CO₂ resultando muy poco significativas las toneladas emitidas de CH₄ y N₂O.

Gráfico 3.15 Distribución provincial consumos totales de combustibles en cogeneración para Castilla y León en 2004



Fuente: Datos de la Junta de Castilla y León.

Si consideramos la distribución por provincias de dichos consumos, que mostramos en el gráfico anterior, vemos cómo la provincia de Burgos con un 54% del consumo

total se destaca claramente frente al resto de provincias. La causa se puede encontrar, no sólo en la existencia de un mayor número de instalaciones localizadas en la provincia, sino también el tipo de combustible utilizado por éstas y sobre todo su potencia instalada.

Gráfico 3.16 Distribución provincial del total de emisiones de toneladas equivalentes de CO₂ efectuadas por las instalaciones de cogeneración 2004



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Junta de Castilla y León.

A la vista de la distribución por provincias del total de emisiones en toneladas equivalentes de CO₂ efectuadas por las plantas de cogeneración, los resultados se repiten. Burgos es la provincia responsable del mayor volumen de emisiones en toneladas equivalentes de CO₂ seguida de León, (14%), Valladolid (5%) y Palencia.

3.3.2.2.3 COMPARACIÓN DE LOS DATOS

Como se ha podido comprobar, los resultados de la estimación propia presentan algunas diferencias con los obtenidos con los datos del MMA, especialmente en las emisiones más actuales. Así, para el año 1992 según estos últimos las térmicas de Castilla y León habían emitido 14,80 millones de toneladas, mientras que, según los datos propios, la cifra era de 15,92 millones, es decir, un 7,6% de diferencia. Respecto al último año de referencia, la diferencia es entre 15,61 y 17,88 millones, es decir, un 14,5%, si bien no hay que olvidar que los primeros se refieren al año 2003 y los segundos al año 2004.

En cualquier caso, no podemos identificar la causa de esa diferencia en ninguna justificación metodológica, y, aún con la debida prudencia, sí puede resultar significativo señalar que la estimación ha sido realizada con datos que, por haber sido elaborados de forma próxima y directa sobre la realidad regional, en principio deberían recoger ésta con la máxima fiabilidad.

3.3.3 MARCO EN QUE SE DESENVUELVE

3.3.3.1 Marco normativo

NORMATIVA DE LA UNIÓN EUROPEA

Directiva 88/609/CEE. Directiva 88/609/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.

Directiva 93/76/CEE 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de eficacia energética (SAVE)

Directiva 96/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de diciembre de 1996 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

Decisión 23 de septiembre de 1997 del Consejo a la Comisión relativa a la conclusión, por parte de las Comunidades Europeas, del Tratado sobre la Carta de la Energía y el Protocolo de la Carta de la Energía sobre eficacia energética y los aspectos medioambientales relacionados.

Comunicación de la Comisión - Energía para el futuro: fuentes de energía renovables. Libro Blanco para una estrategia y un plan de acción comunitarios/* COM/97/0599 final*.

Decisión de la Comisión de 23 de marzo de 1998, relativa a la firma por la Comunidad Europea de un Protocolo a la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [COM(98)86 final].

Decisión 1999/170 CE del Consejo de 25 de enero de 1999, por la que se aprueba un programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración sobre "energía, medioambiente y desarrollo sostenible".

Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

Directiva 2001/80/CE Directiva 2001/80/CE del Parlamento europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.

Propuesta de directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía /* COM/2002/0415 final – COD 2002/0185 */.

Decisión 2002/25/CE Decisión del Consejo, de 25 de abril de 2002, relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos.

Directiva 2003/96/CE del Consejo de 27 de octubre de 2003 por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.

Libro verde sobre la eficiencia energética o cómo hacer más con menos COM (2005) 265 final.

NORMATIVA ESPAÑOLA

Ley 54/1997, de 27 noviembre, del sector eléctrico.

Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.

Corrección de errores del Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la sistematización y actualización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para España.

Plan de Energías Renovables para España, 2005-2010.

Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.

Orden PRE/472/2004, de 24 de febrero, por la que se crea la Comisión Interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa.

NORMATIVA REGIONAL

Plan Energético regional 1995-2000.

Programa de ahorro, sustitución cogeneración y energías renovables (PASCER) para el fomento del ahorro y la eficacia energética.1995.

Orden EYE/1893/2004, de 15 de diciembre, por la que se convocan las subvenciones públicas para la adquisición de automóviles, furgonetas y motocicletas de propulsión eléctrica o híbrida.

Orden EYE/146./2005, de 10 de febrero por la que se convocan subvenciones públicas, cofinanciadas por fondos FEDER, destinadas a actividades de ahorro,

eficiencia energética, cogeneración y energías renovables y se establecen sus bases reguladoras.

Orden EYE/145/2005, de 10 de febrero, por la que se convocan subvenciones para el año 2005, cofinanciadas con fondos FEDER, para proyectos de energía solar térmica, fotovoltaica y eólica-fotovoltaica no conectada a red, dentro del Plan Solar de Castilla y León: líneas i y ii.

NORMATIVAS ESPECÍFICAS

SECTOR EÓLICO

Ley 6/2001 de 8 de mayo sobre evaluación del impacto ambiental.

SECTOR HIDROELÉCTRICO

Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985.

Real Decreto 849/1986 de 11 de abril modificado por el RD 606/2003 de 23 de mayo aprobando el reglamento Público Hidráulico.

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre.

Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio sobre un marco de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Ley 6/2001 de 8 de mayo sobre evaluación del impacto ambiental.

SECTOR SOLAR TÉRMICO

No existen normas específicas excepto las recogidas a nivel de códigos de edificación y las contenidas en las ordenanzas municipales y el Reglamento de de Instalaciones térmicas de edificios.

SECTOR SOLAR TERMOELÉCTRICO

Real Decreto 2351/2004 de 23 de diciembre por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.

SECTOR SOLAR FOTOVOLTAICO

No existen reglamentaciones específicas adicionales a las del marco general excepto las fijadas a nivel de ordenanza municipal.

SECTOR DE BIOMASA

Real Decreto 6/2001 sobre fomento de la forestación en tierras agrícolas.

Reglamento CE nº 1782/2003 del Consejo de 29 de septiembre de 2003 de reforma de la PAC.

Reglamento CE nº 2237/2003 de la Comisión de 23 de diciembre de 2003 sobre fomento del desarrollo de cultivos energéticos.

Ley 23/2003 de 21 de noviembre de montes.

Reglamento CE 1973/2004 de la Comisión de 29 de octubre de 2004, sobre fomento del desarrollo de cultivos energéticos.

SECTOR DE BIOGÁS

No existen normas complementarias en este momento que amplíen el poder de actuación recogido en las disposiciones nacionales de carácter general.

SECTOR DE BIOCARBURANTES

Ley 53/2002 de 30 de diciembre de 2002.

Directiva 2003/30/CE de 8 de mayo de establecimiento de una cuota de mercado para los biocarburantes en el sector del transporte.

Directiva 2003/96/CE de 27 de octubre por la que se reestructura el marco comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.

Real Decreto 1739/2003 de 19 de diciembre de establecimiento de exenciones fiscales para plantas piloto.

Real Decreto 1700/2003 de 15 de diciembre de 2003 (especificaciones técnicas de uso del bioetanol).

3.3.3.2 Medidas y Políticas posibles

3.3.3.2.1 ÁMBITO EUROPEO

A pesar de la problemática situación energética de la UE, desde hace años ha existido preocupación por la cuestión medioambiental y, especialmente y dada la situación de la propia UE, por la dimensión energética del cambio climático.

En este sentido, en 1997³² la Comisión Europea abordó de manera explícita la contribución de la energía al cambio climático a través lo que se denominó "*hipótesis pre-kyoto*"³³. La "*hipótesis pre-kyoto*" tendría como objetivo fundamental estudiar las tendencias energéticas en caso de mantenimiento de la situación económica existente en aquel momento. Como objetivos secundarios se intentaría determinar el grado de intensidad de las políticas y la eficacia de medidas existentes para limitar y reducir los gases de efecto invernadero.

Las estimaciones se hicieron considerando un crecimiento económico superior al 2% anual entre 1990-2020, un crecimiento sostenido de las industrias pesadas, ausencia de nuevas políticas que influyesen en la evolución de la demanda³⁴ de energía y de transporte, una estimación del precio del barril de petróleo en torno a 35\$ (95) en el año 2020 con aumentos en la misma proporción de los precios del gas natural y moderados aumentos del carbón, inversiones en el sector de la electricidad fijadas en función de los costes marginales a corto plazo, y un ciclo de vida para

las centrales nucleares de 40 años. Los resultados de este estudio señalaron que las emisiones continuarían aumentando en torno a un 8% anual entre 1990-2010 en el conjunto de la Unión Europea, siendo el sector del transporte claramente el que más incrementaría su volumen de emisiones y en el sector de la industria donde mayores reducciones se conseguirían.

Cuadro 3.15 Porcentaje de variación de las emisiones con relación a 1990

Sectores	1995	2000	2010
Industria	-10%	-14%	-15%
Transportes	+ 9%	+22%	+39%
Doméstico/terciario	-3%	-1%	+4%
Producción de electricidad/calor	-5%	-2%	+2%
Sector de la energía	+7%	+9%	+12%
Emisiones Totales	-2%	+2%	+8%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos contenidos en el documento COM (97) 196 Final.

Igualmente, como ya se dijo en la primera parte, en octubre de 1997, la Comisión presentó una nueva comunicación³⁵ que contenía los posicionamientos de la UE en la negociación del Protocolo de Kyoto. La importancia de dicho documento radica en que en él se asumían las posibilidades técnicamente viables y económicamente gestionables de reducir las emisiones contaminantes de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico. Igualmente se afrontaba el compromiso de elaborar, tras Kyoto, una estrategia sobre el cambio climático del que la energía formaría parte fundamental. En este sentido, el primer fruto de ese compromiso lo constituyó el documento *“El cambio Climático. Hacia una estrategia post-Kyoto”*³⁶. En él se expresa el importante papel que desempeña la energía en el volumen de emisiones contaminantes convirtiendo este sector en uno de los fundamentales para la aplicación de medidas que favorezcan el cumplimiento del compromiso de Kyoto. Apunta como elementos clave de esa estrategia la eficiencia y ahorro energético, la utilización de fuentes seguras y con menos o nulas emisiones, y la reducción del impacto de las fuentes de energía con alto contenido en carbono, además del fomento de actuaciones en el campo de la producción combinada de calor y electricidad y de las energías renovables.

Las prioridades en materia energética establecidas se concretaron en los siguientes puntos:

- Fomento de las energías renovables de manera que se duplicase su participación hasta alcanzar el 12% en el año 2010.
- Promoción en el uso racional de la energía especialmente con medidas aplicadas a un aumento en la eficiencia en sectores como el de la construcción, fomento de servicios energéticos y co-integración de la eficiencia energética en otras políticas comunitarias.
- Medidas de fomento de la cogeneración hasta un 18% en el año 2010.

Todas estas prioridades sólo eran viables si se contaba con una integración vertical e implicación efectiva de los diferentes niveles territoriales. Dado que las políticas y medidas se aplican principalmente a escala nacional, los Estados miembros habían elaborado su propia estrategia nacional en materia de cambio climático³⁷. No obstante, los propios Estados miembros reconocían la necesidad de que existiese una actuación comunitaria no sólo para respetar el compromiso adquirido en Kyoto, sino también para ajustarse al acuerdo comunitario sobre el cumplimiento conjunto³⁸ adquirido. Por tanto, parecía clara la necesidad de establecer, dentro del conjunto de potenciales medidas en los diferentes sectores, cuáles de entre ellas serían susceptibles de ser coordinadas a nivel comunitario y cuáles serían competencia a asumir a un nivel territorial de Estado miembro o inferior. En materia de energía las grandes apuestas de la cooperación comunitaria seguían siendo la promoción de las energías renovables y el fomento de la eficacia y ahorro energético, y al mismo tiempo desde las propias instituciones comunitarias, la importancia de las políticas sectoriales no es menor que la que se atribuye al papel que deben desempeñar las políticas nacionales.

Por lo que respecta a la Política energética, aunque en numerosas ocasiones se ha hecho referencia a la necesidad de afrontar los efectos negativos del uso de energía convencional en el medioambiente, es la llegada el Libro Verde³⁹ la que por primera vez decide dedicar un amplio debate a lo que supone la incorporación del objetivo climático a la estrategia energética comunitaria a largo plazo. En este sentido, la Comisión llega a la conclusión de que el cumplimiento de los compromisos de Kyoto y, más en general, el control de las emisiones de efecto invernadero dependerán especialmente de las políticas energéticas y de transporte, dos sectores en los que, a falta de medidas drásticas, se exigiría de una intervención desde las instituciones para la adopción de acciones concretas que favoreciesen las reducciones procedentes de estos dos sectores. Reconocen que el desafío que representa el reto del cambio climático no se ha visto respaldado ni por unas políticas fiscales adecuadas⁴⁰, ni por una ayuda estatal transparente, ni por la puesta en marcha de acciones decididas sobre la demanda.

Como ya se hecho referencia en la primera parte de este trabajo, en agosto del año 2000⁴¹ se pone en marcha la elaboración de un Programa Europeo sobre Cambio Climático (PECC) que abordaría el diseño y aplicación de un conjunto de medidas dirigidas a cumplir con el objetivo asumido por la propia Unión Europea de liderar el cumplimiento del Protocolo de Kyoto⁴². La estructura organizativa contemplaba la existencia de dos grupos de trabajo en el campo de la energía: uno para el abastecimiento de la energía y otro para el consumo energético con la finalidad de seguir un programa de trabajo que comprendería evaluaciones medioambientales y económicas de las políticas específicas, así como de las diferentes medidas a adoptar y su compatibilidad con las políticas de integración sectorial. El cuadro adjunto muestra las propuestas de políticas y medidas objeto de los grupos de trabajo relacionados con la energía en el marco del programa.

Cuadro 3.16 Propuestas de políticas y medidas en materia de energía sobre cambio climático

Abastecimiento energético

- Continuación del desarrollo del mercado interior del gas y la electricidad incorporando consideraciones medioambientales.
- Acceso a la red para la producción descentralizada de electricidad, incremento de la cuota de energías renovables.
- Mayor uso de la cogeneración de calor y energía.
- Reducción de las emisiones de metano en la minería y las industrias de extracción.
- Captura del CO₂ y su eliminación en depósitos subterráneos.
- Fomento de la tecnologías más limpia y eficaces de conversión de los combustibles fósiles.
- Eficiencia energética en las industrias de gas y electricidad.

Fuente: Documento COM (2000).

Como también hemos indicado con anterioridad, en el año 2001, se procedió a una primera evaluación⁴³ de la ejecución llevada a cabo bajo los auspicios del PECC proponiéndose de cara a los siguientes años un paquete de medidas que tendrían un período de ejecución de 2 años y que se agrupaban en torno a cuatro grandes bloques: medidas transectoriales, medidas para el sector de la energía, el del transporte y el de la industria. Por lo que respecta al sector energético, que es el que nos ocupa, el conjunto de medidas propuestas tomaron como marco de referencia los

objetivos propuestos en el Libro Verde sobre la Seguridad Energética⁴⁴ y la evaluación del impacto y desarrollo de medidas ya adoptadas como la promoción de la electricidad generada a partir de las fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad y el aumento del rendimiento energético en los edificios⁴⁵. Partiendo de la necesidad de seguir actuando en esta dirección, se proponen algunas acciones adicionales dirigidas a mejorar la eficacia energética, la gestión de la demanda de energía, el fomento de la cogeneración y el aumento de la sensibilización ciudadana en torno a un uso racional de la energía. Las medidas propuestas se acompañaban, en los casos que era posible, de una estimación de los costes y eficacia de dicha medida, así como de un calendario de ejecución.

Puesto que, como ya hemos dicho, desde una perspectiva ambiental, la Unión Europea reconoce⁴⁶ que son los sectores de la energía y el transporte los que más contribuyen a la emisión de CO₂ a la atmósfera, asumiendo el reto medioambiental, la Unión Europea ha integrado éste dentro de los objetivos generales⁴⁷ de su estrategia energética para los próximos años al referirse, de manera expresa, a la necesidad de promover líneas de actuación que favorezcan la reducción del consumo y la potenciación de las energías renovables como alternativa.

3.3.3.2.2 ÁMBITO NACIONAL

Tal y como hemos señalado en párrafos anteriores, las instituciones comunitarias y, más específicamente, la Comisión Europea reconoce que el éxito comunitario de cualquier estrategia que tenga como objetivo cumplir con los compromisos de Kyoto exige de la necesaria implicación de los Estados miembros a través del diseño y aplicación de programas nacionales. En este sentido, podemos decir que el punto de partida es claramente diferente entre los diferentes Estados miembros y, más aún, si esta consideración se hace desde la perspectiva energética.

Hemos señalado con anterioridad el protagonismo que las instituciones comunitarias atribuyen a las autoridades nacionales y regionales en el logro de los objetivos energético-ambientales de la UE. La adopción de estrategias por parte de los Estados miembros es fundamental y en ese sentido la política energética española ha experimentado una evolución importante en los últimos años. La elaboración de un Plan nacional de Fomento de las Energías Renovables y la adopción de medidas y programas de acción en el campo de la eficiencia y el ahorro energéticos son un claro ejemplo de ello.

Una línea de actuación ha sido la desarrollada en el mercado eléctrico. La Ley 57/ 1997 establece en su artículo 34 un régimen especial de tratamiento para las instalaciones cuya potencia instalada no supere los 50 Mw y encuadrados dentro de las siguientes categorías:

- Autoprodutores que utilicen la cogeneración u otras formas de producción de electricidad asociadas a actividades no eléctricas, siempre que supongan un alto rendimiento energético.
- Cuando se utilice como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de biocarburante, siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en el régimen ordinario.
- Cuando se utilicen como energía primaria residuos no renovables.
- También tendrá la consideración de producción en régimen especial, la producción de energía eléctrica desde instalaciones de tratamiento y reducción de los residuos de los sectores agrícola, ganadero y de servicios, con una potencia instalada igual o inferior a 25 Mw, cuando supongan un alto rendimiento energético.

La idea que se persigue es beneficiar la integración al mercado eléctrico de empresas que desarrollan una actividad compatible con la del objetivo medioambiental y que con frecuencia ven frenadas sus posibilidades por la existencia de barreras de entrada en el mercado.

Desde el punto de vista de las energías renovables, igualmente, se ha diseñado un Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010 (PFER) y, posteriormente un Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER) que, de manera más detallada, abordaremos al tratar el potencial de las energías alternativas.

Por otro lado, la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, aprobada en 2003, perseguía un objetivo común al resto del marco energético español: la reducción en el consumo de energía, la reducción de la intensidad energética, mediante el análisis, para cada uno de los sectores y/o categorías de consumo, de su potencial de mejora, tanto tecnológico como derivado de la modificación de pautas de consumo.

El conjunto de medidas recogidas en la Estrategia suponía una reducción de la intensidad energética primaria del 7,2%. El ahorro acumulado en el período de vigencia alcanzaría los 41.989 ktep en energía final y los 69.950 ktep en energía primaria.

Una de las consecuencias importantes de este ahorro sería, tal como reconoce la Estrategia, la “reducción significativa de emisiones de contaminantes atmosféricos, en concordancia con las Directivas europeas y orientaciones internacionales”.

En Julio de 2005 se aprobó el Plan de Acción 2005-2007^{48a} que “desarrolla y concreta los objetivos globales de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 para ese período”. En la Introducción de dicho Plan se habla de “indefinición de la Estrategia”, ya que “no recoge una especificación pormenorizada

de las actuaciones concretas, los plazos, la responsabilidad de los diferentes organismos públicos involucrados y la identificación de líneas de financiación y partidas presupuestarias asociadas en cada caso”, por ello, el Plan trata de cubrir esa indefinición “inventariando y concretando las actuaciones que deben ponerse en marcha a corto y medio plazo en cada sector, durante los próximos tres años”, a cuyos efectos se establecen 20 medidas.

Los objetivos generales del Plan se resumen en:

- Concretar las medidas y los instrumentos necesarios para el lanzamiento de la Estrategia en cada sector
- Definición de las líneas concretas de responsabilidad y colaboración de los organismos involucrados a todos los niveles territoriales y administrativos, especificando presupuestos y costes públicos asociados.
- Planificar la puesta en marcha de las medidas, identificando las formas de financiación, las necesidades presupuestarias, las actuaciones prioritarias y el ritmo de puesta en práctica.
- Evaluar los ahorros de energía asociados, así como los costes y las emisiones de CO₂ evitadas con cada medida y para todo el Plan en su conjunto.

Cuadro 3.17 Objetivos sectoriales del Plan de Acción 2005-2007

	1	2	3	4	5	6
Industria	34.340	48.840	3,0	46.489	2.351	2,6
Transporte	32.272	52.805	4,2	48.016	4.789	3,4
Edificación	14.491	2.584	4,1	21.811	1.773	3,5
Servicios Públicos	591	808	2,6	654	154	0,8
Equipamiento (residencial y ofimática)	3.462	4.687	2,6	4.278	409	1,8
Agricultura	4.089	4.920	1,6	4.572	348	0,9
Transformación de la energía	125.175	180.673	3,1	162.866	1.494	2,2
Total E4	214.420	316.317	3,3	288.686	11.318	2,5

1. Consumo Año 2000 (ktep) • 2. Escenario Base 2012 (ktep) • 3. Crecimiento Escenario Base 2012/2000 (%Variación interanual) • 4. Escenario de Eficiencia 2012 (ktep) • 5. Objetivo de ahorro identificado (ktep) • 6. Crecimiento Escenario Eficiencia 2012/2000 (%Variación interanual)

Fuente: *Ministerio de Industria Comercio y Turismo (2005a).*

El Plan estima que la consecución de los objetivos establecidos supondrá un ahorro de energía primaria acumulado de 12 millones de toneladas equivalentes de CO₂ asociadas y que complementariamente se mejorará la competitividad de la economía española derivada de la incorporación a los procesos productivo de tecnologías que facilitarán una mayor competitividad en los mercados internacionales de las empresas. Además la necesidad de cumplir con las metas establecidas se considera fuerza un desarrollo más activo y dinámico de la investigación y desarrollo tecnológicos en nuestro país.

Como puede verse, los mayores ahorros previstos se centran en el sector del transporte donde se espera alcanzar el objetivo del 42%. Les siguen en importancia la industria, la edificación y el sector de transformación de la energía.

Por otra parte, en el pasado mes de septiembre (de 2005), el Consejo de Ministros aprobó el Documento de Planificación Energética para los próximos 10 años, para su remisión a las Cortes. La revisión busca “asegurar la cobertura total de la demanda eléctrica”. El Plan prevé que el consumo de energía final crecerá un 3,5% de media anual durante el periodo. Por fuentes de energía se estima que será el gas natural la que presentará un mayor crecimiento en el próximo decenio hasta representar un 22,5% del total, frente al 12,8% en 2001.

El informe contempla dos tipos de planificaciones: la vinculante (que afecta a las infraestructuras básicas para el desarrollo energético) y la indicativa (para facilitar a los agentes privados la toma de decisiones).

El Plan prevé unas inversiones en transporte de 7.955 Millones de euros, de los cuales 2.720 corresponden al desarrollo de la red de transporte de electricidad y 5.235 a inversiones en la red de transporte de gas.

Con la evolución del consumo prevista por el Documento, la estructura de la generación eléctrica variará de forma importante, con un peso del 33% para el gas natural, 28,4% de energías renovables, 19,4% energía nuclear, 15% carbón y 4,1% productos petrolíferos.

3.3.3.2.3 ÁMBITO REGIONAL

Tal y como se puede ver en el esquema normativo, a nivel regional son los Planes energéticos regionales y en especial el Programa de Ahorro, Sustitución, Cogeneración, Energías Renovables (PASCER), los dos instrumentos normativos básicos en los que se ha apoyado la estrategia energética regional en todos los ámbitos. Desde las autoridades regionales se reconoce^{48b} que las políticas regionales de planificación están notablemente limitadas por el modelo de política energética elegida a nivel estatal y que su vez se sujeta a las limitaciones, en el caso de España, que impone el marco normativo de la Unión Europea. Prácticamente las CCAA han

quedado desplazadas del diseño de las políticas energéticas nacionales a pesar de que algunas de éstas, como la de Castilla y León, tengan un potencial significativo en factores energéticos. Esta limitación, que las propias instituciones regionales reconocen existe, ha condicionado el margen de maniobra de las regiones en materia energética.

En el marco del Plan energético regional para Castilla y León⁴⁹ se señala la importancia que merece la búsqueda de la compatibilidad de un modelo energético adaptado a los requerimientos de la demanda y de la oferta regional con los objetivos medioambientales actuando siempre desde el marco que proporciona la política energética nacional. Desde esta perspectiva, se considera fundamental acompañar la planificación de las medidas sobre la oferta y la demanda con un programa sobre ahorro, sustitución, cogeneración y energías renovables.

En este sentido las autoridades regionales reconocen la existencia de un amplio margen de actuación por lo que se plantean, de manera concreta, el desarrollo de medidas dirigidas a la potenciación generalizada del gas natural tanto en su uso como en la necesidad de su extensión geográfica, la sustitución progresiva de los productos petrolíferos por el gas natural y las energías renovables en todos los sectores excepto el transporte, la introducción de tecnologías más eficientes junto con medidas de uso racional, un ahorro en el sector del transporte basado en el uso de flotas más modernas y bien gestionadas, además de la mejora de las infraestructuras, y la introducción de las energías renovables –en especial la biomasa y la minihidráulica– eliminando barreras de mercado que impiden su desarrollo.

Dentro del PASCER cabe diferenciar tres grandes áreas. Por un lado el programa de ahorro que tiene como objetivo fundamental disminuir la demanda tendencial de energía final sin que ello tenga efectos sobre los niveles de actividad económica ni de bienestar de la Comunidad Autónoma, por otro, el programa de sustitución que fija como objetivo introducir cambios en el consumo de productos petrolíferos y de carbón por gas natural y, por último, el programa de cogeneración que persigue el mejor aprovechamiento de la capacidad de generación y por tanto un ahorro de energía primaria mediante la producción de energía eléctrica y de la sustitución de combustibles por el calor residual generado.

Como podemos ver, los mayores esfuerzos del programa de ahorro se centran en el sector del transporte y en el consumo de productos petrolíferos. En el caso del programa de sustitución los objetivos se han centrado en el fuelóleo donde se espera alcanzar niveles de ahorro en tono a las 75 Ktep.

Cuadro 3.18 Objetivos marcados por el PASCER. Miles de tep.

Programa de Ahorro	Industria	Transporte	Residencial y varios	Total
Carbón	11,2	0,0	0,8	12,0
P. Petrolíferos	28,9	195,6	32,5	257,0
Gas Natural	26,5		8,6	35,1
Electricidad	28,1		21,3	49,4

Programa de Sustitución	Industria	Resto	Total
Fuelóleo	68	7	75
Gasóleo C	3	6	9
Carbón	3	8	11
G.L.P.		4	4
Electricidad	2	7	9

Fuente: Junta de Castilla y León (2000).

El Plan regional en el que queda enmarcado el PASCER se ha visto con posterioridad complementado con el desarrollo de algunas otras medidas y disposiciones regionales que han buscado el desarrollo efectivo de los objetivos propuestos.

No obstante, es preciso decir que el mayor esfuerzo normativo e instrumental en materia de energía y medioambiente se ha concretado en mayor medida en el desarrollo de acciones dirigidas a potencial de desarrollo de las energías renovables, un desarrollo que por su importancia se trata de manera específica en el presente trabajo.

3.3.4 CONSIDERACIÓN ESPECIAL DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Se ha mencionado con anterioridad, al estudiar como aborda la Unión Europea la dimensión energética del Cambio Climático, la importancia que las instituciones comunitarias ha dado en las últimas décadas al futuro papel de las energías renovables⁵⁰. La idea preliminar de establecer un plan de promoción de las energías renovables llevó a la Comisión a la elaboración de un libro Blanco⁵¹ en el que se recogen, de manera extensa, los objetivos estratégicos de la política de promoción de las RES. Las hipótesis para la elaboración de dicho documento se basaron en los estudios proyectivos realizados en TERES II y con el modelo SAPIRE⁵².

Dado que el alcance de la energía es amplio y teniendo en cuenta las peculiaridades propias de las RES, el Plan de acción diseñado en el Libro Blanco contempla líneas de actuación que permitirán conseguir el objetivo marcado del 12%.

No es nuestro objetivo enumerar correlativamente el amplio conjunto de medidas del Libro Blanco, una tarea que requiere la simple consulta del documento. Desde nuestro punto de vista, lo más interesante es exponer cuáles son las dificultades que se intuyen para la incorporación de las RES desde la Unión Europea.

La problemática asociada a la implantación de las RES en cualquier unidad territorial es, sin duda, compleja. Lo es en la medida en que confluyen varios niveles territoriales en sus posibilidades de implantación y una necesidad de mejoras tecnológicas que superen las deficiencias técnicas hoy por hoy existentes en la tecnología de las RES y que además imponen restricciones de tipo económico a la hora de facilitar su acceso a los mercados.

Cuadro 3.19 Porcentaje de las fuentes de energía renovables en el consumo interno bruto de energía

	1990	1995		1990	1995
Austria	22,1	24,3	Italia	5,3	5,5
Bélgica	1,0	1,0	Luxemburgo	1,3	1,4
Dinamarca	6,3	7,3	Países Bajos	1,3	1,4
Finlandia	18,9	21,3	Portugal	17,6	15,7
Francia	6,4	7,1	España	6,7	5,7
Alemania	1,7	1,8	Suecia	24,7	25,4
Grecia	7,1	7,3	Reino Unido	0,5	0,7
Irlanda	1,6	2,0	Unión Europea	5,0	5,3

Fuente: EUROSTAT.

La implantación de las RES es diferenciada en cada Estado miembro y los instrumentos nacionales para favorecerlas son diferentes y diferentes los efectos en cada caso, debido a que el poder de imposición de las directivas europeas y el necesario respeto a las normas nacionales hacen que su contenido sea muy genérico e impiden un desarrollo más detallado de sus objetivos. No todos los países tienen los mismos niveles de I+D+i en RES, no todos los países tienen la mismas posibilidades potenciales de implantación, ni todos los países tienen adaptados sus mercados eléctricos ni sus redes de distribución a la incorporación de las energías renovables. En este sentido, parece hacerse cada vez más necesaria la realización de un esfuerzo por unificar con carácter coercitivo las normativas comunitarias y sobre todo las intervenciones institucionales.

La promoción de las RES, debido a sus características intrínsecas, hacen del espacio regional base estratégica de su plan de expansión. De ahí la importancia cobrada por las regiones europeas en la estructuración de la oferta y demanda de energías renovables. Si antes la política energética sólo alcanzaba la economía nacional, ahora es la economía regional y su aparato institucional la que más protagonismo cobra. Por esa razón surge el interés por estudiar las posibilidades a todos los niveles de los diferentes aspectos que circundan las RES.

El desarrollo económico de España entre los años 1960 y 1973 coincidió con un aprovisionamiento energético nutrido principalmente por el petróleo, como le sucedió a todos los países industrializados en aquella época. Se prima en la década de los sesenta, en el plantel energético nacional, el petróleo, la energía nuclear y el gas natural, en detrimento del carbón y de la energía hidráulica. Esta estructura energética supone para España gran dependencia exterior, ya que sólo contamos con carbón que resulta insuficiente en cantidad, y con un elevado poder contaminante por el nivel de azufre que contiene, además de un precio poco competitivo por sus altos costes de extracción.

Es conveniente destacar que la promoción de las energías renovables está fuertemente condicionada por una adecuada planificación energética. España ha adolecido durante años de una verdadera estrategia energética coherente con las necesidades reales de una economía que desde siempre se ha mostrado deudora de las importaciones. Los diferentes Planes Energéticos sólo han recogido la necesidad de realizar y asumir el reto de las energías renovables desde la formulación de políticas de demanda y la oferta energéticas, sin embargo, es a partir del año 1995 cuando se añade a la política energética nacional el deseo de la Unión Europea de crear un mercado único articulando la apertura y liberalización de los mercados de la electricidad y del gas en los Estados miembros⁵³. En este contexto europeo se aprueba en España el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) para el periodo 2000-2010 que es dirigido por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). El objetivo cuantitativo prioritario, siguiendo las pautas comunitarias, consiste en alcanzar en el 2010 que el 12% del consumo de energía primaria se obtenga de la energía renovable (en 1998 ascendía al 6,3%), dentro de la premisa europea de apertura a la competencia de los mercados.

El PFER se fija, como objetivo final conseguir la garantía del suministro respetando el medio ambiente. Para cumplir esta máxima energética se apoya en dos ejes fundamentales: la diversificación de las fuentes y en la mejora de la eficiencia energética.

La planificación energética nacional se ve reforzada como contempla el propio Plan de Fomento de Energías Renovables con una planificación regional. Las administraciones de las distintas Comunidades Autónomas pueden ejercer un efecto muy importante, completando y fijando, el desarrollo de las mismas en cada uno de sus ámbitos territoriales.

Cuadro 3.20 Planes de Energías Renovables en las CC.AA.

CCAA	Período	Acciones
Andalucía	1995-1999	Plan de Promoción de Energía Renovable. PROSOL. Fomento de instalaciones pequeñas de energía eólica (50 kW), instalaciones solares térmicas (50.000 m ²) y fotovoltaicas (520 kWp aisladas + 90kWp conectados a red). Objetivo: 3.100 tep/año
Aragón	1995-2005	Plan de Energías Renovables. Incremento de la producción de energía: 322 ktep - 47% eólica, 39% biomasa
Asturias	1995-2005	Fomento de las Energías Renovables; tres escenarios de planificación en función de la penetración. Previsiones: entre 25 y 71 ktep - Minihidráulica y biomasa
Canarias	1996-2002	Plan de Energías Renovables de Canarias (PERCAN). Introducción de 105,7 ktep de energía primaria mediante renovables. Programa Promoción Instalaciones Solares (PROCASOL)
Castilla y León	1991-2000	Programa de Ahorro, Sustitución, Congeneración y Energía Renovables, PASCER. Objetivo: 118,6 ktep en energías renovables 66% biomasa, 29% minihidráulica. Avanzada la elaboración del Plan Eólico de Castilla y León hasta el año 2004.
Cataluña	1996-2005	Libro Verde de las Energías Renovables Objetivo: 449,1 ktep de energía primaria. 39% eólica, 20% biomasa, 17% minihidráulica
Extremadura	1999-2010	Plan de Energías Renovables de Extremadura Objetivo: 273,6 ktep en E.R. - 62% biomasa, 14% eólica
Galicia	1995-2010	Plan de Desarrollo de las Energías Renovables Objetivo: contribución de las E.R. en un 15 % del consumo final de energía. Eólica 1.325 GWh/a, minihidráulica 1.082 GWh/a y biomasa 963 GWh/a.
Madrid	1999	En elaboración de un Plan Específico de Energías Renovables.
Murcia	1997-2005	Plan de Energías Renovables de Murcia Objetivo: 78 ktep en E.R. - 47% eólica, 37% biomasa
Navarra	1995-2000	Plan Energético de Navarra Objetivo: 111,6 ktep en E.R. 44% eólica, 30% hidráulica, 18% biocombustibles
País Vasco	1996-2005	Plan 3E, Estrategia Energética de Euskadi Objetivo: 190 ktep/año de E.R. 49% R.S.U., 28% biomasa y residuos, 20% eólica
Valencia	1998-2010	Plan de Energías Renovables de Valencia Objetivo: 208,4 ktep de E.R. 44% biomasa, 24% eólica, 11% R.S.U., 7,4% solar térmica.

Fuente: IDAE. (1999), pág. 54.

En el cuadro adjunto se observa la planificación aprobada por las diferentes Comunidades Autónomas. También aparecen recogidos los datos referidos al objetivo del total de participación de las energías renovables en la producción de energía primaria y las cifras relativas al porcentaje de distribución entre las distintas fuentes de acuerdo con los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010.

Sin embargo, este plan se va a ver reemplazado en 2005 por un nuevo Plan de Energías Renovables 2005-2010⁴⁵ que básicamente tiene como objetivo revisar los objetivos finales fijados en el PFER 2000-2010, incorporando modificaciones derivadas de los resultados de la adopción de medidas y acciones aprobadas al amparo del plan anterior y añadiendo a la estructura del mismo nuevos objetivos indicativos y el componente medioambiental.

Cuadro 3.21 Comparativa PFER 2000-2010 y PER 2005-2010

	Objetivos de Incremento del Plan de Fomento Periodo 1999-2010	Resultados 1999-2004	Comentarios
Áreas Eléctricas			
	Producción en términos de energía primaria Ktep		
Minihidráulica (≤ 10 mw)	192	64	Evolución más lenta de lo previsto
Hidráulica (entre 10 y 50 mw)	60	7	Evolución más lenta de lo previsto
Eólica	1.680	1.511	Fuerte crecimiento
Biomasa	5.100	469	Muy por debajo de los objetivos
Biogás	150	186	Fuerte incremento, por encima de los objetivos
Solar Fotovoltaica	17	4	Muy por debajo de los objetivos
Solar Termoeléctrica	180	0	No ha habido desarrollos, pero abiertas expectativas
Residuos Sólidos Urbanos	736	134	Evolución más lenta de lo previsto
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	7.816	2.375	
Áreas Térmicas			
Solar térmica (Baja Temperatura)	309	25	Muy por debajo de los objetivos
Biomasa	900	69	Muy por debajo de los objetivos
Geotermia	0	4	
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS	1.209	98	
Biocarburantes (Transporte)			
Biocarburantes	500	228	Buen ritmo de crecimiento
TOTAL BIOCARRURANTES	500	228	
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES	9.525	2.701	

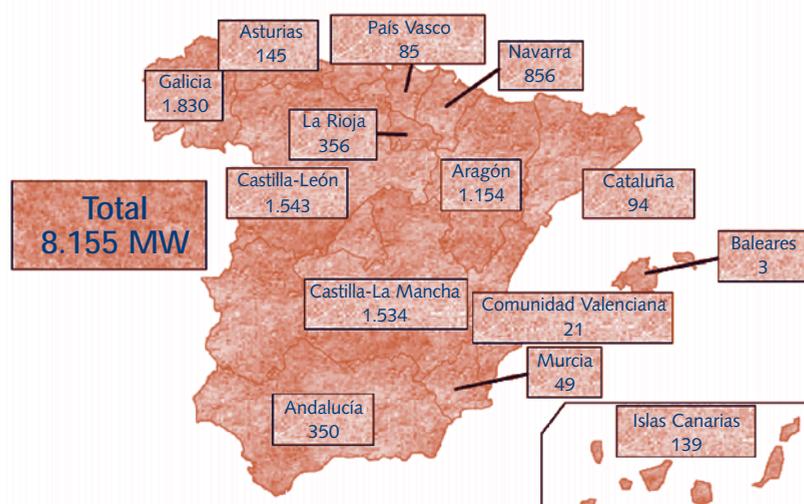
Fuente: IDAE.

El nuevo Plan destaca de manera especial la importancia que se atribuye al componente medioambiental y en especial al papel que en el control de Cambio Climático desempeñan las energías renovables.

Desde el marco de análisis que ofrecen ambos planes podemos decir que la CCAA de Castilla y León presenta un diferenciado perfil del potencial de las diferentes fuentes de energía renovables.

Por lo que respecta a la energía eólica, Castilla y León tenía, al terminar el 2004, el 18% del total de la potencia total instalada en el territorio nacional por detrás tan sólo de Galicia con 1.830 Mw de potencia instalada.

Gráfico 3.17 Potencia eólica instalada por CC.AA. en 2004



Fuente: IDAE.

Esa potencia instalada (capaz de abastecer a 47.000 familias) se repartía entre 81 parques eólicos activos, de los cuales 24 y 22 están ubicados en Soria y Burgos, respectivamente. Existían, además 16 centros operativos. Según la Asociación de Productores Eólicos de Castilla y León (APECYL), la energía eólica ha favorecido la creación de más de cien empresas, generando una inversión de más de 1.500 millones de euros y alrededor de 2.500 empleos. Además, ha supuesto unos ingresos de 2 millones de euros anuales de canon por los terrenos y de más de 25 millones por licencias de obra. La APECYL estimaba, en esa fecha, a ese ritmo, que para 2008, Castilla y León podía liderar el ranking nacional de potencia instalada, superando a Galicia y a Castilla-La Mancha.

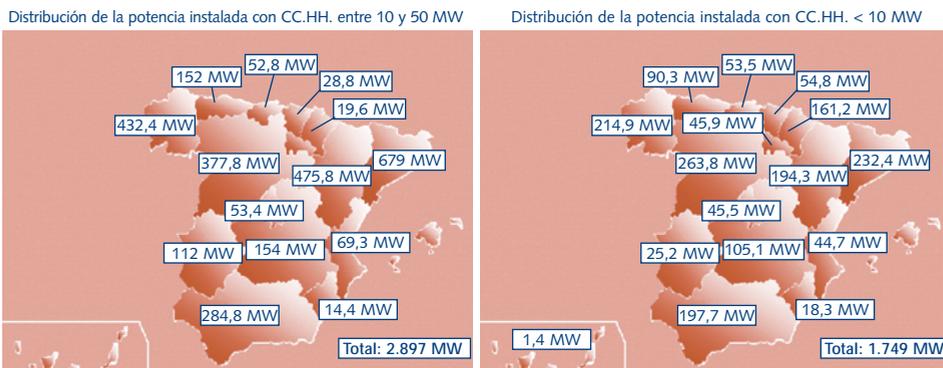
A finales de octubre de 2005, nuestra Comunidad ya tenía una potencia instalada de 1.711 Mw (2.066 aerogeneradores agrupados en 86 parques eólicos) lo que representaba el 18,02% del total nacional, detrás de Galicia (23,65%) y Castilla-La Mancha (19,24%).

Considerando los objetivos fijados en el marco del primer PFER, Castilla y León ha cumplido ampliamente los objetivos fijados en el marco de éste a pesar de la complejidad que entraña la evaluación del potencial eólico a la hora de fijar las estructuras necesarias de este recurso energético. Para los próximos años se prevé que aumente la potencia instalada hasta los 6.700 Mw en el año 2010. Para ello tal y como se reconoce en el nuevo PER será necesario vencer algunas de las barreras tecnológicas, socioeconómicas y normativas aún existentes que limitan un aprovechamiento total de las posibilidades que ofrece este tipo de energía.

Por lo que respecta al potencial desarrollo de la energía hidráulica y teniendo en cuenta el tratamiento metodológico que a nivel institucional se hace de ella conviene distinguir entre la Gran hidráulica, es decir las instalaciones con una potencia instalada superior a los 10 Mw, y las que tienen menos potencia instalada. De lo que se denomina la Gran Hidráulica (más de 10 Mw) a la que ya nos hemos referido en nuestro trabajo al describir la estructura energética de Castilla y León. No obstante, por ser una fuente de energía renovable es conveniente referirse a ella al abordar su potencial de desarrollo y situación.

La importancia relativa de la gran hidráulica ha sido incorporada a los objetivos de política energética asumiendo que, a pesar de las grandes limitaciones que tiene, la región sigue contando con un gran potencial en este tipo de instalaciones.

Gráfico 3.18 Distribución de la potencia instalada con CC.HH. entre 10 y 50 MW y < 10 MW



Fuente: PER 2005-2010. Los datos señalados para la Gran Hidráulica se refieren a potencia total acumulada.

Por lo que se refiere a las instalaciones de menos de 10Mw de potencia, la región se sitúa entre las primeras no sólo en capacidad, sino también en perspectivas futuras. Se espera que para el año 2010 la región haya pasado de 38,5 Mw a 229 Mw de potencia instalada lo que podemos, sin duda considerar, un claro indicativo de que su progreso se consolidará en los próximos años.

En cuanto a la energía solar térmica, en general todas las CCAA se encuentran lejos de los objetivos indicativos establecidos en el primer PFER. Castilla y León –con 34.646 m²– no se encuentra entre las comunidades autonómicas con mayor potencia solar térmica instalada, alejada de lo que sucede en otras como Andalucía y Cataluña que disponen de una superficie instalada claramente mayor, pero en términos relativos, es la comunidad líder, con 4,1 m² por cada mil habitantes, lo que duplica la media nacional. Además, su crecimiento ha sido elevado: en 1999 solo había 1.917 m² instalados. Teniendo en cuenta las previsiones realizadas en el marco del Plan Solar regional, se espera que Castilla y León pueda alcanzar el objetivo de 265.000 m² de superficie instalada en el año 2010.

Por lo que respecta a la energía solar fotovoltaica una vez más la Comunidad de Castilla y León se sitúa, en cuanto a potencia instalada en los primeros puestos autonómicos, junto con Andalucía y Cataluña. Desde 1999 se han instalado un total de 1.840 kwp, destacando 2003 con 656,1 kwp, aunque en el 2004 solamente se instalaron 96,3. Los diferentes desarrollos experimentados por la energía solar térmica y solar fotovoltaica en la región pueden responder a una mayor adecuación de la tecnología, una diferente distribución de los costes asociados a su instalación y mantenimiento o a un mayor esfuerzo normativo institucional regional por instalar este tipo de energías.

La heterogeneidad asociada tanto al uso de diversos materiales como a las diferentes combinaciones entre ellos como fuente de energía es la característica más destacable en el tratamiento de la biomasa y el establecimiento de un perfil concreto. El consumo de biomasa se ha incrementado en los últimos años y Castilla y León es una de las regiones españolas que mayor consumo efectúa de biomasa como resultado de la simultánea confluencia de factores como la presencia de determinadas empresas consumidoras de grandes cantidades de biomasa, un sector forestal desarrollado –no olvidemos que Castilla y León es la CCAA que mayor superficie forestal tiene, un 17,19% del total nacional, y mayor superficie arbolada con un 14,38% del total de la superficie arbolada de toda España⁵⁶– y una estructura poblacional que facilite el uso doméstico de este tipo de energías. De cara a los próximos años son Castilla y León y Galicia las comunidades donde se centralizarán las principales acciones en este campo con las que se plantea ampliar la experiencia ya existente⁵⁷ en este momento. Es importante destacar el efecto arrastre que este tipo de energía efectúa sobre otros sectores de actividad como es el caso de lo que se ha dado en llamar la “agricultura energética”⁵⁸ y que está despertando grandes expectativas

en áreas rurales donde la agricultura tradicional ha experimentado un constante descenso en los últimos años.

El desarrollo del biogás a partir del tratamiento de residuos biodegradables es fundamentalmente de tipo medioambiental y sigue en proceso de desarrollo a pesar de que su consumo y su aportación al balance energético nacional se ha triplicado en los últimos años. El consumo en Castilla y León en 2004 ha sido de 14.483 tep una cifra que se aleja de manera significativa de lo conseguido por CCAA como Madrid y Cataluña con 88.265 y 52.271 tep, respectivamente. Dado que los recursos para la generación de este tipo de energía pueden ser muy variados⁵⁹, la apuesta en política energética se hace por el aprovechamiento del gas de vertedero como apuesta más firme de cara al futuro.

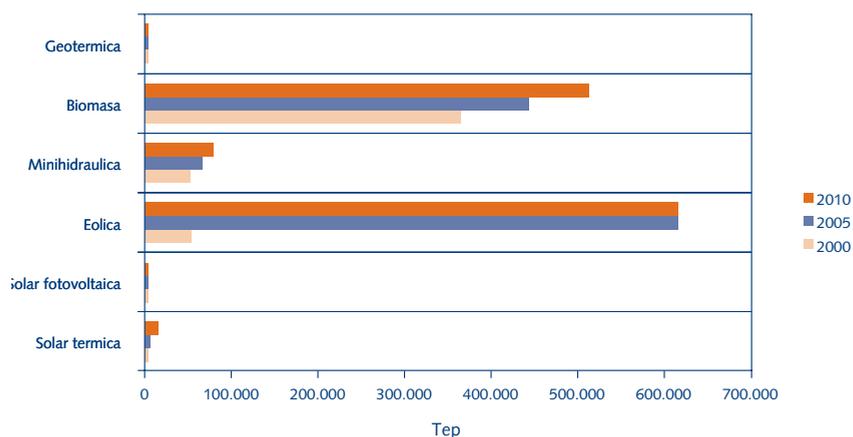
La importancia de los biocarburantes es manifiesta sobre todo en su relación con el sector agrícola y del transporte. En el año 2004⁶⁰ tan solo existían en España ocho plantas de producción de biocarburantes en explotación y aunque la evolución de este sector ha sido espectacular en los últimos años, aún queda camino que recorrer. En Castilla y León no existe ninguna planta de biocombustibles operativa en este momento aunque sí que se contempla la puesta en marcha de algunos proyectos⁶¹. La estrecha conexión que existe entre este sector y el agrícola despierta especialmente el interés de las autoridades y los agentes económicos y sociales⁶². No olvidemos, que la producción bioetanol en estos momentos se está obteniendo a partir de cultivos como los del cereal, maíz y remolacha y que el biodiesel se obtiene principalmente a través de la transformación de aceites vegetales como los procedentes de girasol y colza, ambos con un destino final como es la sustitución del uso del gasóleo (total o en mezclas) como carburante.

Tal y como hemos señalado con anterioridad, el potencial desarrollo de este tipo de fuentes de energía requiere de actuaciones a nivel regional puesto que es éste el ámbito territorial que se considera idóneo para ello. En el ámbito regional de Castilla y León en el que se concreta espacialmente el presente trabajo, nos encontramos un Plan de Desarrollo Regional 2000-2006 junto con otras estrategias y medidas de acompañamiento, cuyas principales actuaciones en materia energética están dirigidas hacia la diversificación, el ahorro y la sustitución que permita alcanzar un desarrollo sostenible en la Región.

En Castilla y León se contempla la aplicación de los programas de Ahorro, Sustitución, Cogeneración y Energías Renovables (PASCER). Desde la Comunidad Autónoma se ha intentado promover especialmente el uso energético de la Biomasa que ofrece todo un abanico de posibilidades que van desde el uso doméstico tradicional hasta la aplicación de las novísimas tecnologías, aunque la diversidad de aplicaciones dificulta, en ocasiones, la cuantificación del potencial de aprovechamiento de la Biomasa en nuestra Región.

En cuanto a la energía solar, en enero de 2001 entró en vigor el Plan Solar de Castilla y León, con una línea dirigida al fomento de la energía solar térmica. El Plan Solar tiene además una segunda línea correspondiente a energía solar fotovoltaica que tendrá como objetivo que Castilla y León cumpla los objetivos definidos por el Plan de Fomento de las energías renovables.

Gráfico 3.19 Evolución 2000-2010 de las energías renovables

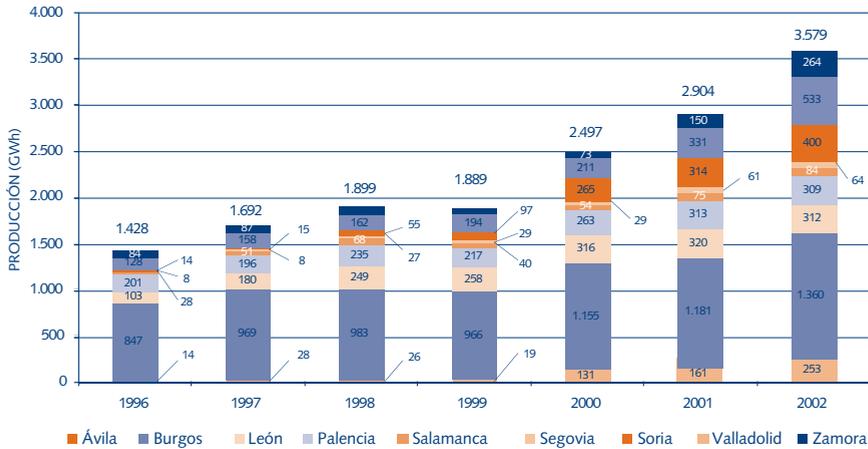


Fuente: EREN.

En clara consonancia con lo señalado al analizar la situación actual de las energías renovables en Castilla y León, su potencial de desarrollo esperado en algunos tipos de estas energías es notable especialmente para la biomasa y la energía eólica donde se esperan alcanzar niveles de producción entre las 500.000 y las 600.000 toneladas equivalentes de petróleo para el 2010.

En un marco más general, la Ley del Sector Eléctrico ha supuesto el apoyo más importante para el desarrollo de la energía eólica. Esta ley permite a los productores de electricidad con energía eólica y potencia inferior a 50 MW, incorporar su producción al sistema eléctrico sin someterse al sistema de ofertas y la percepción de una prima sobre el precio de oferta cuyo objeto es la consecución de tasas de rentabilidad razonables, al tiempo que ofrece una compensación de los beneficios medioambientales derivados de la utilización de esta energía. El Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre, que desarrolla la Ley, establece los requisitos y procedimientos para acogerse al régimen especial, los procedimientos de inscripción en el registro correspondiente, las condiciones de entrega de la energía y el régimen económico.

Gráfico 3.20 Evolución de la energía generada en régimen especial



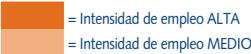
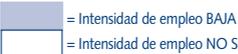
Fuente: EREN.

Uno de los aspectos que más se intentan destacar desde las autoridades a todos los niveles territoriales es el efecto de “arrastre económico” que su potencial desarrollo ofrece tanto sobre las actividades indirectas vinculadas como en su impacto en sectores como el mercado de trabajo, tan valoradas desde el punto de vista económico y social. Tanto la Unión Europea como las autoridades regionales han destacado el potencial generador de empleo directo e indirecto asociado al sector de las energías renovables. El cuadro siguiente muestra las posibilidades de empleo ofrecen distintas actividades relacionadas de manera directa con las energías renovables en Castilla y León.

La intensidad del empleo en las energías renovables claramente está dominada en muchas de sus actividades por una intensidad media-alta de empleo. Adicionalmente, no debemos olvidar que existen un conjunto de actividades no relacionadas directamente con las energías renovables –a investigación, la fabricación de componentes...– que también construyen tejido laboral en el entorno de las Energías renovables y que pueden ir adquiriendo en la medida en la que el número de instalaciones aumenta un importante capacidad generadora de desarrollo económico local.

Gráfico 3.21 Empleo asociado a las energías renovables en Castilla y León

Tarea	Biomasa		Biocarburantes		Energía solar		Eólica		Minihidráulica	
	Titulados	No titulados	Titulados	No titulados	Titulados	No titulados	Titulados	No titulados	Titulados	No titulados
Ingeniería y diseño de instalaciones o servicios energéticos	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Promoción o venta de instalaciones o servicios energéticos	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Montaje de instalaciones	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Operación y mantenimiento de instalaciones	Baja	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta
Ingeniería y diseño de equipos y componentes	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Venta de equipos y componentes	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Fabricación y distribución de equipos y componentes	Baja	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta
Servicios financieros	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Producción de combustible	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Distribución y logística de combustible	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Código de colores:  = Intensidad de empleo ALTA  = Intensidad de empleo BAJA
 = Intensidad de empleo MEDIO  = Intensidad de empleo NO SIGNIFICATIVA

Fuente: EREN.

A pesar de los beneficios potenciales y crecientes asociados a este tipo de actividades, también es cierto que son muchos los retos pendientes que varían en función del tipo de energía del que hablemos y las barreras técnicas, normativas y de mercado que en las que se debe trabajar. Por ello, es necesario considerar en la promoción futura de las energías renovables que éstas precisan de una co-integración de todos aquellos aspectos que las rodean, sin prescindir de considerar el contexto real en el que se desenvuelven.

3.3.5 LAS INSTALACIONES AFECTADAS

Del total de las 62 afectadas por el PNA en Castilla y León, 11 instalaciones pertenecen al sector de la generación por carbón y 19 son instalaciones de cogeneración no incluidas en el Anexo I de la Directiva. La relación de empresas del sector generación por carbón con sus correspondientes asignaciones previstas bajo el PNA son las que se muestran continuación:

Cuadro 3.22 Instalaciones y asignaciones de generación de carbón sujetas al PNA en Castilla y León

Instalación	Asianaciones 2005	Asianaciones 2006	Asianaciones 2007	Total
Endesa generación Compostilla 1	0	0	0	0
Endesa generación Compostilla 2	492.058	441.782	385.161	1.319.001
Endesa generación Compostilla 3	1.599.290	1.435.883	1.251.850	4.287.023
Endesa generación Compostilla 4	1.593.938	1.431.078	1.247.661	4.272.677
Endesa generación Compostilla 5	1.659.392	1.489.844	1.298.895	4.448.131
Endesa generación Anllares	663.778	595.956	519.575	1.779.309
Iberdrola generación Guardo 1	611.360	548.894	478.544	1.638.798
Iberdrola generación Guardo 2	1.662.977	1.493.063	1.301.702	4.457.742
Unión Fenosa generación Anllares	1.327.556	1.191.913	1.039.149	3.558.618
Unión Fenosa generación La Robla 1	1.393.263	1.250.906	1.090.582	3.734.751
Unión Fenosa generación La Robla 2	1.919.677	1.723.534	1.502.635	5.145.846
Total	12.923.289	11.602.853	10.115.754	34.641.896

Fuente: PNA

Las asignaciones previstas para cada año, muestran un claro decrecimiento de éstas para los tres años señalados al tiempo que nos ayuda a comprender la importancia relativa del sector generación de carbón en el total de emisiones asignadas para todas las instalaciones sujetas al Anexo I de la directiva en Castilla y León. El 72,3 % de las toneladas de CO₂ asignadas a Castilla y León pertenecen al sector generación carbón, lo que claramente nos da idea de dimensión energética tiene en el logro del control del cambio climático.

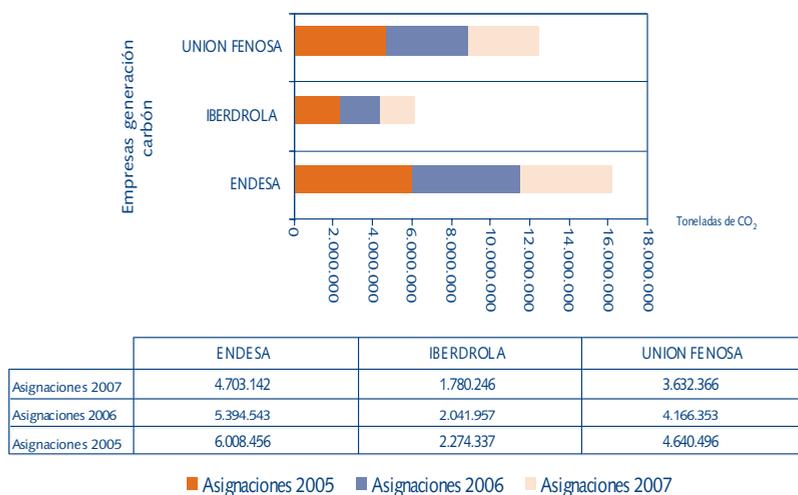
Como puede apreciarse igualmente las instalaciones afectadas por el plan en lo que se refiere a la generación por carbón se aglutinan en torno a tres compañías: ENDESA, UNIÓN FENOSA E IBERDROLA, que con diferentes centros de generación reparten su participación entre las provincias de León y Palencia.

ENDESA es la compañía que más instalaciones de generación térmica tiene operando en el territorio regional con cinco instalaciones, UNION FENOSA opera en la región con tres instalaciones y, finalmente IBERDROLA con dos.

El promedio anual de asignaciones por empresa es para ENDESA de 5.368.713, para UNIÓN FENOSA de 4.146.45 y para e IBERDROLA de 2.032.180 Tn CO₂, en clara correlación con la importancia de su actividad.

Por lo que respecta a la cogeneración, las instalaciones recogidas en el PNA en el caso de Castilla y León son 19 todas ellas instalaciones no incluidas en el Anexo I de la Directiva.

Gráfico 3.22 Distribución de asignaciones por empresa al PNA en Castilla y León (generación de carbón)



Fuente: PNA

La distribución por provincias del número de estas instalaciones muestra que Burgos con siete es la provincia de que más centros de cogeneración tiene seguida de lejos por las provincias de Soria y Segovia que cuentan con tres instalaciones cada una, Valladolid con dos y León, Zamora y Salamanca con una cada una y, por último Palencia con cero instalaciones de cogeneración en su territorio.

Las toneladas asignadas a la cogeneración en el marco del PNA para Castilla y León representan un 8,99% sobre el total de las asignaciones para la región. Al contrario de lo que sucedía con la generación carbón, en este caso el peso relativo de las asignaciones cada año se incrementa ligeramente sobre la asignación total correspondiente pasando de un 7,8% en 2005 hasta un 10,19% en 2007, por lo que cabe esperar que esta actividad aumente su presencia en los próximos años alentada por una política de eficiencia energética⁶³ que claramente juega a su favor.

Cuadro nº 3.23 Instalaciones y asignaciones de cogeneración sujetas al PNA en Castilla y León

Instalaciones cogeneración	2005	2006	2007
Azucarera de La Bañeza	47.620	47.620	47.620
Azucarera de Miranda	28.157	28.157	28.157
Azucarera de Peñafiel	42.530	42.530	42.530
Azucarera de Toro	57.011	57.011	57.011
Biocarburantes de Castilla y Leon	45.970	129.957	129.957
Cogen Eresma	0	40.758	54.345
Cogeneración Minera de Santa Marta S.A	45.821	45.821	45.821
Cogeneradora Burgalesa	49.050	49.050	49.050
Desimpecto Ambiental de Purines Eresma S.A	60.173	60.173	60.173
Desimpecto de Purines Turegano	58.678	58.678	58.678
Enercrisa	106.901	106.901	106.901
Energyworks Aranda S.L	124.977	124.977	124.977
Frias Cogeneracion	26.309	26.309	26.309
Genfibre S.A	230.774	230.774	230.774
Interver	61.174	65.406	65.406
Leche Pascual	55.063	55.063	55.063
Sinova Medioambiental	59.884	59.884	59.884
Tableros Losan S.A	91.270	91.270	91.270
Ute Ineuropa Cogeneración S.A y Enagas S.A	157.913	157.913	157.913
Total	1.349.275	1.478.252	1.491.839

Fuente: PNA.

3.4 El sector del Cemento

3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

El proceso de fabricación de cemento se basa en una serie de transformaciones mineralógicas por las que se da al producto su propiedad de endurecer cuando se mezcla con el agua.

La química básica del proceso de la fabricación del cemento empieza con la descomposición del carbonato cálcico (CaCO_3) a unos 900°C dando óxido cálcico (CaO , cal) y liberando dióxido de carbono gaseoso (CO_2); este proceso se conoce como calcinación o descarbonatación. Sigue luego el proceso de clinkerización en el que el óxido de calcio reacciona a alta temperatura (normalmente 1.400°C - 1.500°C) con sílice, alúmina y óxido de hierro para formar los silicatos, aluminatos y ferritos de calcio que componen el clinker. El clinker se muele conjuntamente con yeso y otras adiciones para producir el cemento. Estas transformaciones y los procesos de cocción

y molienda requieren cantidades de energía térmica (para la cocción de las materias primas) y eléctrica (para las operaciones de molienda, manipulación de materiales e impulsión de gases) tan importantes que suman alrededor del 2% de la energía primaria consumida en España y suponen alrededor del 30% de los costes de producción.

Se pueden seguir cuatro procedimientos diferentes para la fabricación del cemento: vía seca, semiseca, semihúmeda y húmeda. En España más del 93% de la producción se basa en procesos de vía seca, gracias a la disponibilidad de materias primas secas: de los 58 hornos existentes 47 son de vía seca. Los procesos húmedos consumen más energía y por lo tanto tienen un mayor coste de producción. En España, este proceso se daba, hasta este mismo año, en 5 hornos de plantas del norte del país y representaba el 3% de la capacidad de producción. En la actualidad quedan tan sólo 3 plantas que emplean un proceso húmedo, los otros dos son ahora de vía seca. Existen también 6 hornos de vía semiseca. Los hornos de fabricación de clínker blanco son de vía seca y semiseca, representando un 4% de la capacidad⁶⁴.

El consumo de combustible en el horno de fabricación de clínker, el producto intermedio crucial en la fabricación de cemento, se sitúa entre 700 y 1300 kcal/kg de clínker producido. El consumo eléctrico por tonelada de cemento producida se situó, en 2003, entre 90 y 130 Kwh/t en función de los tipos de las materias primas y del proceso de fabricación utilizados, situándose la media del año en 108 Kwh/t de cemento. En el cuadro adjunto podemos observar la evolución en el consumo total de energía y combustibles entre los años 1996 y 2004.

Cuadro 3.24 Consumo de energía y combustibles

Combustibles sólidos (t)	Coque de petróleo	Antracita	Hulla	Alternativos
1996	2.083.797	16.300	458.764	3.474
1997	2.362.628	12.418	325.351	7.343
1998	2.561.758	2.920	346.481	7.972
1999	2.752.228	5.614	293.474	23.584
2000	2.778.767	10.192	299.654	20.099
2001	2.908.115		298.583	32.123
2002	3.070.990	2.759	243.329	56.114
2003	3.219.765	8.069	221.255	99.240
2004	3.272.082		162.733	117.591

Combustibles líquidos	Fuel oil (t)	Gasóleo (l)	Gas natural (m ³)	Alternativos (t)
1996	51.594	5.324.148	3.555.419	5.400
1997	54.740	4.997.407	5.085.595	4.526
1998	122.405	4.740.202	3.667.083	7.600
1999	82.670	4.747.102	4.278.294	16.237
2000	65.725	5.800.925	5.516.866	19.240
2001	67.325	5.996.353	6.656.852	14.002
2002	52.725	5.677.627	6.343.945	13.583
2003	44.286	6.043.521	5.156.295	42.477
2004	47.058	5.524.274	5.852.238	53.131

Electricidad Mwh	
1996	2.908.981
1997	3.099.456
1998	3.432.320
1999	3.653.507
2000	3.747.944
2001	3.977.804
2002	4.087.443
2003	4.214.026
2004	4.292.056

Fuente: *Oficemen Memoria Anual 2004.*

Las emisiones que se despiden en el horno de fabricación de clinker hacen de la industria de fabricación de cemento una fuente potencial de producción de gases de efecto invernadero. Estas emisiones proceden de tres procesos:

- las generadas en la combustión del combustible empleado en el horno, que deberían contabilizarse en el sector de energía (siguiendo la metodología IPCC);
- las generadas, específicamente de CO₂, de forma intrínseca en la descarbonatación de la caliza para formar la cal que, posteriormente se unirá a materiales silíceos para formar silicatos cálcicos (Grupo 2: procesos industriales en la metodología IPCC) y
- las provenientes, en forma de partículas, de las operaciones de almacenamiento, transporte y manipulación de materiales, que no tendremos en cuenta a efectos de este trabajo ya que no son relevantes para el cambio climático.

Los constituyentes principales de los gases emitidos por el horno de cemento, tal y como se puede observar en el cuadro, son nitrógeno proveniente del aire de combustión, CO₂ proveniente de la descarbonatación de la caliza y de la combustión, vapor de agua proveniente de las materias primas y del proceso de combustión y exceso de oxígeno⁶⁵.

Cuadro 3.25 Constituyentes principales de los gases emitidos en la producción de cemento

Compuestos	% en volumen
Nitrógeno (N ₂)	45-66
Dióxido de carbono CO ₂	11-29
Agua (H ₂ O)	10-39
Oxígeno (O ₂)	4-12
Resto	<1

Fuente: *Oficemen*.

En 2002, las emisiones de CO₂ procedentes de la descarbonatación de la caliza en el sector supusieron el 4% de las emisiones totales españolas y han crecido un 26% con respecto a las de 1990 debido a una mayor producción de cemento (y por tanto de clínker) para abastecer las crecientes demandas del sector de la construcción.

3.4.2 EL SECTOR EN CASTILLA Y LEÓN

3.4.2.1 Características diferenciales

En Castilla y León existen tres plantas productoras de cemento y clínker: Cementos Portland en Venta de Baños (Palencia), Tudela Veguín S.A. en La Robla-León (ambas de capital mayoritario nacional) y Cementos Cosmos S.A. en Toral de los Vados (León), de capital mayoritario internacional.

Algunos datos sobre estas empresas se recogen en el siguiente cuadro⁶⁶:

Cuadro 3.26 Sector Cemento en Castilla y León

	Millones de Euros						Número Empleados	
	Ventas		Beneficios		Fondos propios		2003	2002
	2003	2002	2003	2002	2003	2002		
Cementos Cosmos	103,4	105,34	24,15	37,72	88,75	87,56	311	311
Cementos Portland	421,15	382,96	129,42	90,15	737,73	649,51	900	900
Tudela Veguín	226,74	226,15	49,58	41,48	688,45	642,09	733	733

Fuente: Bases de datos SABI y FOMENTO.

Cementos Cosmos dispone de dos plantas en España, la de Toral de los Vados y otra en Oural (Lugo). La capacidad de producción de clínker y de cemento de esta última es inferior a la de León (un 44% y un 59%, respectivamente).

Tudela Veguín dispone de tres plantas productoras en España: La Robla (León); Tudela Veguín y Aboño (ambas en Asturias). La capacidad de producción de La Robla supone el 24,7% del total.

Portland Valderrivas es la mayor empresa cementera de capital nacional que hay en España. Pertenece al grupo FCC. Dispone de otras tres plantas productoras, en Madrid, Sevilla y Navarra. La capacidad de producción de la de Palencia supone el 13% del total del grupo en clínker y el 17,4% del total en cemento. Esta planta fue la primera del grupo en obtener el Certificado de Gestión Ambiental y la primera en utilizar biomasa como combustible.

La capacidad de producción conjunta, de las tres plantas situadas en castilla y León, asciende a 3.650.000 toneladas de cemento al año.

Cuadro 3.27 Capacidad de producción anual en las plantas de Castilla y León. (t/año)

	Cementos Cosmos	Cementos Portland	Tudela Veguín	Total
Clínker	810.000	690.000	450.000	1.950.000
Cemento	1.600.000	1.200.000	850.000	3.650.000

Fuente: *Oficemen*.

Cuadro 3.28 Tipos de cemento producido

Cementos Cosmos Vía seca	Pórtland Cementos Vía seca	Tudela Veguín Vía húmeda ⁶⁷
I 42,5 R	I 52,5 R	I 42,5 R
I 53,5 R	II/A-M (V-L) 42,5 R	I 52,5 R
II/A-V 42,5 R	II/A-V 42,5 R	II/A-S 52,5 N
IV/B-V 32,5 N	II/B-M (V-L) 32,5 R	II/B-V 32,5 R
	IV/B (V) 32,5 N	II/B-V 32,5 R
		VI-1 32,5 N

Fuente: *Oficemen*.

Como se puede observar en los cuadros siguientes, la producción real del sector castellano-leonés ha alcanzado los 2.906.652 de toneladas en 2004, lo cual representa el 6,2% de la producción nacional. El porcentaje de consumo es parecido ya que, el consumo de cemento en Castilla y León representa el 6,3% del consumo nacional.

Cuadro 3.29 Producción de cemento, más producción de clinker para exportación (t)

	2000	2001	2002	2003	2004
Castilla y León	2.460.130	2.676.236	2.821.268	2.869.132	2.906.652
España	38.154.404	40.520.578	42.451.224	44.757.673	46.602.470
Porcentajes sobre total nacional (%)					
Castilla y León	6,45	6,60	6,65	6,41	6,23
Tasas de variación anual (%)					
Castilla y León		8,78	5,42	1,70	1,30
España		6,20	4,76	5,43	4,12

Fuente: *Oficemen Memoria Anual 2003*.

Cuadro 3.30 Consumo de cemento (t)

	2000	2001	2002	2003	2004
Castilla y León		2.629.423	2.833.966	2.927.464	3.028.362
España	38.438.638	42.150.572	44.119.801	46.223.224	47.988.490
Porcentajes sobre total nacional (%)					
Castilla y León		6,24	6,42	6,33	6,31

Continúa en página siguiente

	2000	2001	2002	2003	2004
Tasas de variación anual (%)					
Castilla y León			7,78	3,30	3,45
España		9,66	4,67	4,77	3,82

Fuente: *Oficemen Memoria Anual 2003.*

Las importaciones de cemento han disminuido tanto en España como en Castilla y León a lo largo de todo el período (aunque en la región aumentaron en el último año). Las ventas castellano-leonesas han representado casi un 7% de las ventas de cemento españolas en cualquiera de los años considerados.

Cuadro 3.31 Importaciones de cemento (t)

	2000	2001	2002	2003	2004
Castilla y León		335	334	248	324
España	2.183.524	2.667.586	2.814.144	2.259.712	1.930.356
Porcentajes sobre total nacional (%)					
Castilla y León		0,01	0,01	0,01	0,02
Tasas de variación anual (%)					
Castilla y León			-0,30	-25,75	30,64
España		22,17	5,49	-19,70	-14,57

Fuente: *Oficemen Memoria Anual 2003.*

Cuadro 3.32 Ventas de cemento (t)

	2000	2001	2002	2003	2004
Castilla y León	2.499.772	2.629.062	2.833.632	2.927.216	3.034.206
España	36.255.114	39.482.986	41.305.657	43.963.512	46.072.744
Porcentajes sobre total nacional (%)					
Castilla y León	6,89	6,66	6,86	6,66	6,58
Tasas de variación anual (%)					
Castilla y León		5,17	7,78	3,30	3,65
España		8,90	4,62	6,43	4,80

Fuente: *Junta de Castilla y León, Servicio de Información Estadística y Oficemen Memoria Anual 2003.*

Según las Cuentas del Sector Industrial de Castilla y León 2003, el sector cementero, junto con la producción de cal y yeso, presenta las siguientes magnitudes:

Cuadro 3.33 Sector de cemento, cal y yeso en Castilla y León

	Miles de euros	% sobre sector industrial CyL
Producción bruta a salida de fábrica	223.455,47	0,82
Valor añadido bruto	119.281,28	1,59
Importe neto de la cifra de negocios	221.093,29	0,78
Ocupados (número)	684,00	0,47

Fuente: Junta de Castilla y León (2005b)

Según estas cifras, en 2003 la fabricación de cemento, cal y yeso generó el 1,59% del valor añadido bruto industrial regional y ocupó al 0,47% de los trabajadores de la industria castellano-leonesa.

Para mejorar la información sobre el sector, resultaría significativo contrastar y complementar estos datos con los que proporciona la Contabilidad Regional de España. Sin embargo, en la clasificación utilizada en dicha fuente, la rama “Otros productos minerales no metálicos”, que comprende el código 26 de CNAE-93, incluye al sector cementero, al del vidrio y al de productos cerámicos, por lo que no es posible ofrecer datos desagregados para el sector que nos ocupa. En cualquier caso, puesto que en este capítulo se estudiarán los tres sectores incluidos en la rama descrita, se ha decidido añadir la información agregada relativa a dicha rama, que presenta las siguientes magnitudes:

Cuadro 3.34 Datos del Sector “otros productos minerales no metálicos”

	Valor Añadido Bruto a precios básicos Miles de euros	Empleo Total Miles de empleos
1995	390.398	10,9
1996	381.109	10,3
1997	414.642	11,0
1998	453.505	11,6
1999	414.793	10,5
2000	481.607	11,4
2001(P)	526.138	12,4
2002(P)	562.840	12,8

(P) Provisional

Fuente: INE (2003).

Estas cifras suponen, por término medio para el periodo reflejado, el 1,54% del VAB regional total, el 8,67% del VAB industrial de la Comunidad Autónoma, y el 1,25% del empleo total.

3.4.2.2 Emisiones en Castilla y León

Como hemos dicho, los dos principales procesos que generan emisiones de gases de efecto invernadero en el sector cementero son los siguientes:

- la combustión del combustible empleado en el horno, que se contabilizan en el Grupo Energía y
- la descarbonización de la caliza para formar la cal, que genera de forma intrínseca y específica CO₂, contabilizado en el Grupo Procesos Industriales

3.4.2.2.1. ESTIMACIÓN PROPIA

3.4.2.2.1.1. Metodología utilizada

Emisiones por combustión

Para el cálculo de las emisiones generadas en la combustión se han utilizado los siguientes datos:

- Consumo de combustibles en cada una de las instalaciones existentes, proporcionados por Oficemen.

Cuadro 3.35 Consumo de combustibles año 1990

Combustible	Palencia		León	Total
	C. Portland	C. Cosmos	C. Tudela-Veguín	
Hulla (t)	43.507	52.251	80.177	175.935
Coque (t)	3.829	10.482	1.351	15.662
Fuel-oil (t)	62	186	136	384
Gas-oil (t)	127	263	51	442

Fuente: Oficemen.

Cuadro 3.36 Consumo de combustibles año 2003

Combustible	Palencia		León	Total
	C. Portland	C. Cosmos	C. Tudela-Veguín	
Hulla (t)	0	12.657	0	12.657
Coque (t)	69.174	86.360	77.888	233.422
Fuel-oil (t)	897	91	55	1.043
Gas-oil (t)	0	522	11	533

Fuente: Oficemen.

- Capacidades caloríficas de cada combustible recogidas en las publicaciones del Ente Regional de la Energía de Castilla y León.

Cuadro 3.37 Capacidades caloríficas de cada combustible

Combustible	Capacidad calorífica (kcal/kg)
Hulla	4.815
Coque	7.181
Fuel-oil	10.074
Gas-oil	10.191

Fuente: EREN.

- Factores de emisión para cada tipo de combustible, según los gases y las fuentes recogidas en los siguientes cuadros:

Cuadro 3.38 Factores de emisión para cada tipo de combustible

Combustible	Factor de emisión de CO ₂ (kg/GJ)	Fuente
Hulla	94,70	E MEP/CORINAIR
Coque	99,80	E MEP/CORINAIR
Fuel-oil	76,59	E MEP/CORINAIR
Gas-oil	73,00	E MEP/CORINAIR

Cuadro 3.39 Factores de emisión para cada tipo de combustible

Combustible	Factor de emisión de CH ₄ (g/GJ)	Fuente
Hulla	0,60	E MEP/CORINAIR
Coque	1,50	E MEP/CORINAIR
Fuel-oil	2,90	E MEP/CORINAIR
Gas-oil	1,50	E MEP/CORINAIR

Cuadro 3.40 Factores de emisión para cada tipo de combustible

Combustible	Factor de emisión de N ₂ O (g/GJ)	Fuente
Hulla	0,80	E MEP/CORINAIR
Coque	14,00	E MEP/CORINAIR
Fuel-oil	0,30	IPCC
Gas-oil	2,50	E MEP/CORINAIR

3.4.2.2.1.2 Emisiones de las plantas cementeras

3.4.2.2.1.2.1 Emisiones por combustión

Con los datos anteriores, y según la siguiente fórmula, se calcularon las emisiones en Castilla y León para cada uno de los años de referencia, con los resultados que se muestran a continuación⁶⁸.

$$E_{ij} = Cc_j * Cap\ cal_j * F_{ij}$$

Donde

E_{ij} = emisión anual de gas "i" por parte del combustible "j"

Cc_j = Consumo del combustible "j"

$Cap\ cal_j$ = Capacidad calorífica del combustible "j"

F_{ij} = factor de emisión del gas "i" del combustible "j"

Cuadro 3.41 Año 1990 Castilla y León. Combustión

Combustible	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones Totales (toneladas equivalentes de CO ₂)
Hulla	335.842,74	2,13	2,8400	336.766,93
Coque	46.996,66	0,71	6,5900	49.055,24
Fuel-oil	1.240,46	0,05	0,0049	1.242,95
Gas-oil	1.379,15	0,03	0,0500	1.394,39
Total	385.459,02	2,91	9,4800	388.459,52

Fuente: Estimación propia.

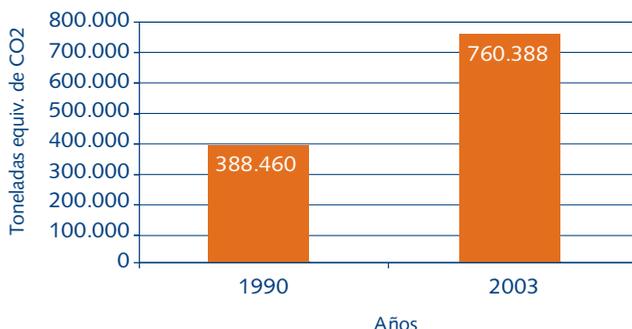
Cuadro 3.42 Año 2003 Castilla y León. Combustión

Combustible	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones Totales (toneladas equivalentes de CO ₂)
Hulla	24.160,98	0,15	0,20	24.227,47
Coque	700.424,89	10,53	98,26	731.105,40
Fuel-oil	3.369,26	0,13	0,01	3.376,03
Gas-oil	1.660,58	0,03	0,06	1.678,93
Total	729.615,71	10,84	98,53	760.387,82

Fuente: Estimación propia.

Las emisiones de Castilla y León por combustión en el sector cementero alcanzaron las 760.387,8 toneladas equivalentes de CO₂ en 2003, lo cual supone un incremento del 95,7% con respecto a las de 1990.

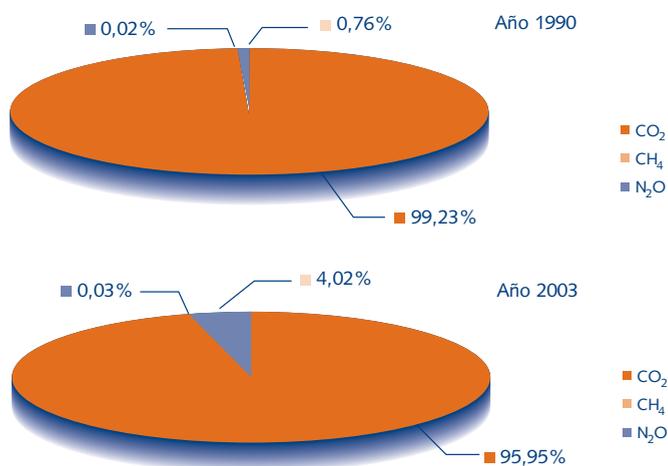
Gráfico 3.23 Emisiones en Castilla y León



Fuente: *Estimación propia.*

En los gráficos siguientes, se puede apreciar la distribución de las emisiones en toneladas equivalentes de CO₂ por tipo de gas en cada uno de los años de referencia. En ambos casos, las emisiones de CO₂ son claramente preponderantes, aunque pierden significatividad por la acusada disminución en la utilización de la hulla como combustible, que se ve compensada con un aumento del uso del coque, que presenta un factor de emisión de N₂O mucho más elevado que el resto de combustibles.

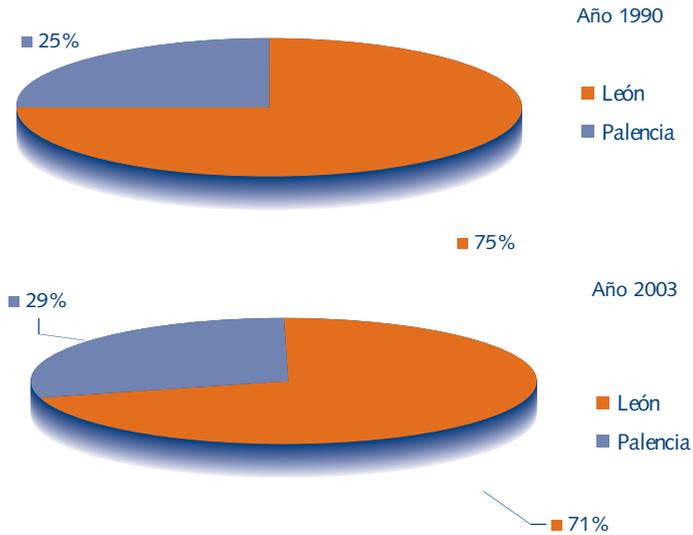
Gráfico 3.24 Distribución por tipo de gas de las emisiones por combustión: 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: *Estimación propia.*

La distribución provincial de las emisiones totales por combustión se recoge en los gráficos siguientes. En 2003, la capacidad de producción de la provincia de León alcanzaba el 64% del total en el caso de clínker y el 67% en el caso de cemento, y genera el 71% de las emisiones totales.

Gráfico 3.25 Distribución provincial de las emisiones por combustión: 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: *Estimación propia.*

3.4.2.2.1.2.1 Emisiones sin combustión

Para el cálculo de las emisiones procedentes de la descarbonatación de la caliza se han utilizado los datos referidos a la producción de clínker en cada una de las instalaciones (OFICEMEN) y el factor de emisión de CO₂ registrado en el IPCC. Estos valores, junto con las emisiones generadas, se recogen en las tablas siguientes:

Cuadro 3.43 Año 1990. Proceso sin combustión

		Producción de clinker (t)	Emisión de CO ₂ (t)	Factor de emisión (t) CO ₂ /t clinker)
Palencia	C. Pórtland	554.046	280.956,73	
León	C. Cosmos	471.500	239.097,65	0,5071
	C. Tudela-Veguín	403.905	204.820,23	
TOTAL C y L		1.429.451		724.874,6000

Fuente: IPCC (factor de emisión) y estimación propia.

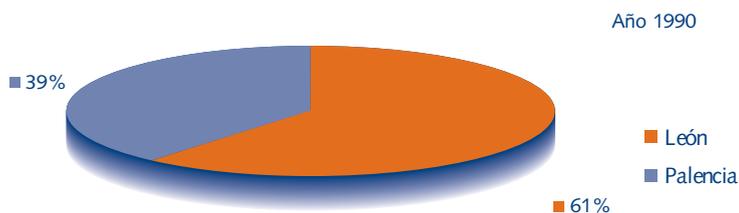
Cuadro 3.44 Año 2003. Proceso sin combustión.

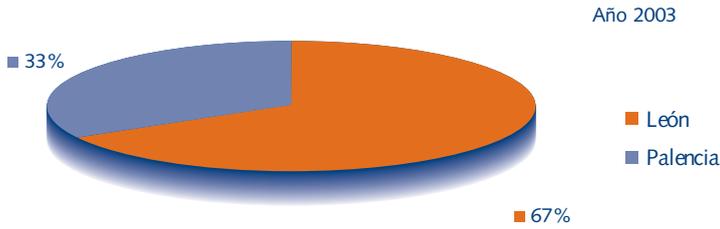
		Producción de clinker (t)	Emisión de CO ₂ (t)	Factor de emisión (t) CO ₂ /t clinker)
Palencia	C. Pórtland	659.241	334.301,11	
León	C. Cosmos	829.500	420.639,45	0,5071
	C. Tudela-Veguín	485.425	246.159,02	
TOTAL C y L		1.974.166		1.001.099,5800

Fuente: IPCC (factor de emisión) y estimación propia.

Las emisiones han crecido un 38,11% en el lapso de 13 años considerado y la distribución provincial de las mismas se recoge en los gráficos siguientes. Como es lógico, la tasa de crecimiento y el reparto coinciden exactamente con los de producción de clinker, puesto que es la única magnitud que varía en el cálculo.

Gráfico 3.26 Distribución provincial de las emisiones sin combustión. 1990 y 2003. (Toneladas equivalentes de CO₂)





Fuente: *Estimación propia.*

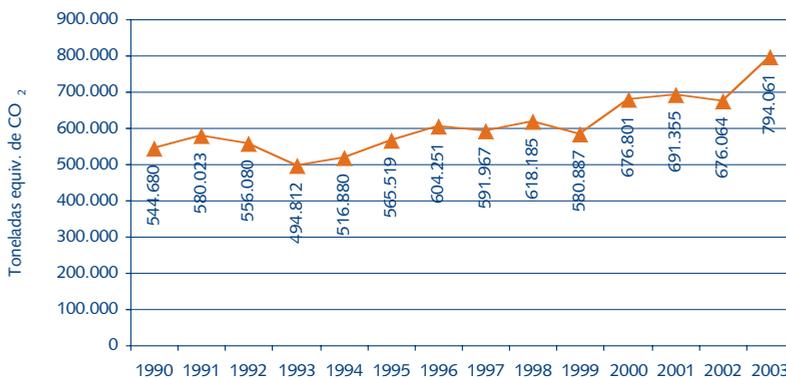
3.4.2.2.2 DATOS DEL MMA

Como podemos apreciar, los datos sobre emisiones del sector cementero, tanto en las actividades de combustión como en las de descarbonatación, estimados por el equipo que realiza este trabajo y los del Ministerio de Medio Ambiente son prácticamente coincidentes en los dos años de referencia.

3.4.2.2.2.1 Emisiones por combustión

Según los datos del Ministerio de Medio Ambiente, las emisiones generadas en actividades de combustión en el sector cementero han evolucionado como muestra el gráfico siguiente:

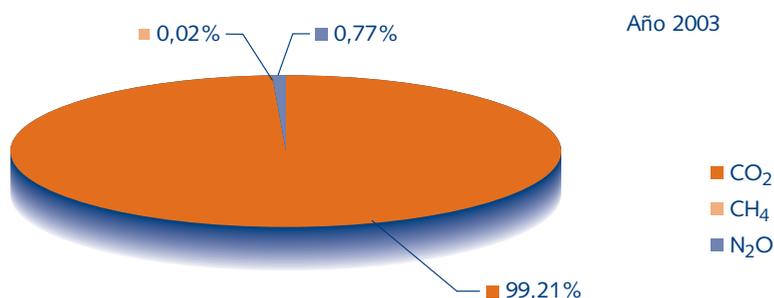
Gráfico 3.27 Emisiones por combustión en el sector cementero de Castilla y León. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del MMA.*

El valor de las emisiones en 2003 fue de 794.061 toneladas equivalentes de CO₂. Por término medio para el periodo considerado, el 99,32 % de las emisiones lo fueron de CO₂, el 0,66% de N₂O y un marginal 0,02% de CH₄. La variación de esta distribución ha sido mínima y afecta a una disminución del peso de las emisiones de CO₂ en favor de las de N₂O (que pasan de representar el 0,5% en 1990 al 0,77% a partir de 2000). Hemos de tener en cuenta, que en esta distribución por gases se aprecia una notable diferencia con los resultados de la estimación propia, debido, probablemente, a la utilización de diferentes factores de emisión del N₂O para el coque.

Gráfico 3.28 Distribución por tipo de gas de las emisiones por combustión. (Toneladas equivalentes de CO₂)

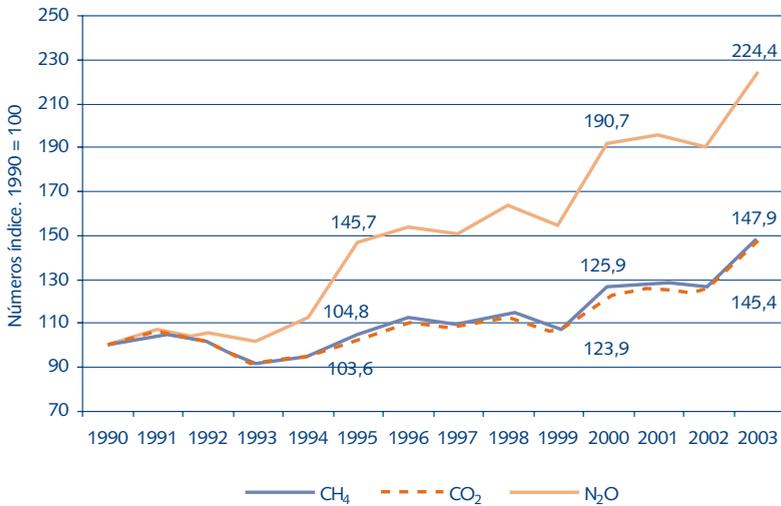


Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del MMA.*

Las emisiones de CH₄ han aumentado un 47,9% durante el periodo considerado, las de N₂O un 124,4% y las de CO₂ un 45,4%, aunque en los años 1992, 1993, 1997, 1999 y 2002 disminuyeron las emisiones generadas con respecto a cada uno de los años anteriores.

En 2003, este volumen de emisiones supuso un 18,72% (17,23% en 1990) del total de emisiones castellano-leonesas recogidas en el epígrafe 1.A.2 (Industrias manufactureras y de construcción) y el 38,14% (31% en 1990) de las recogidas en el subepígrafe 1.A.2.f (Otras), según la clasificación de actividades IPCC.

Gráfico 3.29 Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas.
 Números índice. 1990 = 100



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

3.4.2.2.2 Emisiones sin combustión

Según los datos del Ministerio de Medio Ambiente recogidos en el gráfico siguiente, las emisiones de CO₂ generadas en el proceso de descarbonatación han crecido un 38% entre 1990 y 2003, lo cual ha elevado el volumen de las mismas de las 771.904 toneladas a 1.066.050 toneladas.

En 2003, este volumen de emisiones supuso un 83,15% de las emisiones castellano-leonesas recogidas en el epígrafe 2.A. (Productos minerales) y el 54,06% (60,33% en 1990) del total de emisiones en Procesos industriales (grupo 2) de la Comunidad Autónoma, según la clasificación de actividades IPCC.

Gráfico 3.30 Emisiones sin combustión en el sector cementero de Castilla y León. Toneladas de CO₂



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del MMA.*

3.4.3 MARCO EN EL QUE SE DESENVUELVE

3.4.3.1 Marco Normativo

El sector cementero, específicamente las “instalaciones de fabricación de cemento sin pulverizar (clinker) en hornos rotatorios con producción superior a 500 toneladas diarias” está afectado por el mercado de emisiones (que se establece en exclusiva para las de dióxido de carbono) previsto para cumplir con los objetivos del Protocolo de Kioto en cuanto a emisiones de GEI. Mas el sector también se ve afectado por abundante normativa cuyo objetivo es controlar y reducir la emisión de otros contaminantes y la generación de residuos. A continuación reseñamos las normas, tanto españolas como europeas, más significativas en este sentido.

La Directiva 96/61/CE, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación, establece medidas para evitar, o al menos reducir las emisiones de las instalaciones industriales más contaminantes, en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidos los residuos para alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto. Las “instalaciones de fabricación de cemento y/o clinker en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 500 toneladas diarias, o de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día o en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior 50 toneladas por día” están afectadas por la Ley 16/2002,

que incorpora al ordenamiento interno español la Directiva 96/61/CE. Según la Ley 16/2002, aquellas instalaciones que superen los umbrales de emisión en una o más sustancias recogidos en dicha normativa están obligadas a notificar los volúmenes de emisión en cada una de ellas. Los límites de emisiones a la atmósfera para la industria del cemento se refieren a las partículas sólidas, los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los óxidos de azufre (SO_2).

La Directiva 2000/76/CE, establece límites y exigencias de control para los hornos de clínker que realizan actividades de coincineración de residuos. En este caso, además de los contaminantes mencionados, se contemplan también límites de emisión, aplicables para las instalaciones existentes a partir del 28 de diciembre de 2005, de los siguientes compuestos:

- Cloruro y fluoruro de hidrógeno (HCl y HF).
- Carbono Orgánico Total (COT).
- Dioxinas y furanos (PCDD/Fs).
- Metales pesados.

La Directiva 2001/80/CE, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión se aplica a las instalaciones de combustión, independientemente del combustible utilizado, cuya potencia térmica nominal sea igual o superior a 50 MW. Esta tiene como objetivo reducir por etapas las emisiones anuales de dióxido de azufre y de óxidos de nitrógeno procedentes de las instalaciones existentes y fijar valores límite de emisión para el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno y los polvos en los casos de nuevas instalaciones.

En España existen diferentes límites de emisión en función del tipo de combustible que utilice la instalación. El Decreto 833/75, en su anexo 4, establece los límites de partículas sólidas para la industria del cemento que utilice combustible sólidos⁶⁹.

Por otro lado, el Ministerio de Medio Ambiente y la Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN) firmaron el 28 de noviembre de 2001 un Acuerdo Voluntario⁷⁰ con el objetivo de prevenir, reducir y controlar la contaminación proveniente de las fábricas de cemento, mediante la aplicación progresiva de las Mejores Técnicas Disponibles. Aparte de los objetivos en mejora de las emisiones dispersas, se han fijado compromisos de emisión para fuentes puntuales. El Acuerdo estará vigente hasta el 31 de diciembre de 2008 y ha sido adoptado formalmente mediante firma por algunas Comunidades Autónomas y empresas cementeras presentes en su territorio, entre ellas Castilla y León con fecha de febrero de 2005.

En el cuadro adjunto se resumen los límites de emisión previstos en la normativa referida específicamente a cemento para todo tipo de contaminantes:

Cuadro 3.45 Límites de emisión

Normativa	Emisión			Límites Establecidos (mg/Nm ³)
Decreto 833/75 de 6 de febrero	Partículas sólidas	Instalaciones existentes	Hornos de cemento	400
			Enfriadores de clínker	170
			Machacadoras, molinos, transportadores y ensacadoras	300
	Instalaciones nuevas		Hornos de cemento	250
			Enfriadores de clínker	100
			Machacadoras, molinos, transportadores y ensacadoras	250
	Previsión 1980		Hornos de cemento	150
			Enfriadores de clínker	50
			Machacadoras, molinos, transportadores y ensacadoras	150
Directiva 2000/76/CE de 4 de diciembre aplicable a los hornos de cemento existentes que coincieran residuos a partir del 28 de diciembre de 2005	Partículas sólidas			30 (50) ⁽¹⁾ (1.200) ⁽²⁾
	NO _x			800 (500) ⁽²⁾
	SO ₂			50
	COT			10
	HCl			10
	HF			1
	PCDD/FS			0,1 ng I-TEQ/Nm ³
	Metales pesados	Cd+Tl		0,05
		Hg		0,05
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V		0,5		
Acuerdo Voluntario para la Prevención y el Control de la contaminación de la industria Española del Cemento.	Partículas sólidas	Hornos de cemento y enfriadores	Líneas integrales de fabricación de clínker de nueva construcción	30
			Líneas integrales de fabricación de clínker que sustituyan totalmente los equipos de desempolvamiento	50
			Líneas existentes	75
	Otras fuentes localizadas		Plantas nuevas	30
			Plantas existentes	50
	Objetivos ambientales año 2005	NO _x	Plantas nuevas	Hornos de vía seca
Otros hornos				800
Partículas sólidas	SO ₂	Plantas existentes	Hornos de vía seca	1.200
			Hornos vía seca	600

⁽¹⁾ Aplicable hasta el 1 de enero de 2008 a las instalaciones que quemen menos de 3 toneladas/hora de residuos.

⁽²⁾ Hornos de cemento de nueva construcción.

3.4.3.2 Medidas y políticas posibles

Además del compromiso sobre límites de emisiones, el Acuerdo Voluntario realiza un análisis de la evolución del sector en los últimos años y propone una serie de medidas para mejorar su actividad desde el punto de vista ambiental. En este sentido, se reconoce que las reducciones en el consumo energético específico por tonelada, y por tanto de emisiones de CO₂, han sido importantes desde 1975 (alrededor del 30%) y que los márgenes de reducción ya son mínimos (en torno al 1% hasta el 2012 según un estudio del IDAE) y su coste muy elevado. Aún así, se especifican cinco vías para lograr reducciones específicas, a saber:

- investigación sobre el uso de nuevas materias primas que reduzcan el ratio de emisión por la relación química de descarbonatación,
- mejora de la eficiencia energética de algunas instalaciones,
- optimización de las adiciones y fomento de cemento tipo II, III y IV para usos comunes,
- optimización del mix de combustibles fósiles y,
- potenciación del uso de residuos como combustibles alternativos.

Por su parte, el último borrador de Estrategia Española⁷¹ para reducir las emisiones de CO₂ en el sector propone:

- impulsar todas aquellas acciones que fomenten un uso más racional del cemento
- inversión tecnológica y optimización energética del proceso de fabricación de clinker
- realizar un estudio basado en el análisis del ciclo de vida comparativo de los aditivos y del clinker, para un mejor conocimiento de las ventajas del uso de adiciones al clinker en términos de emisiones.

En lo que se refiere a la **mejora del comportamiento ambiental en general** de las fábricas de cemento se han establecido unos objetivos de control de la evolución de las emisiones de partículas, óxidos nitrosos y dióxidos de azufre así como unos límites de emisión.

En cuanto al uso de biomasa o combustibles procedentes de residuos (de madera, neumáticos, aceite, otros líquidos o harinas animales), en España sólo el 1,2% de la energía utilizada procede de estas fuentes, mientras que como media en la UE se alcanza el 13%; en Francia el 27%; en Bélgica el 30%; y en Holanda el 72%. De hecho, para reducir el consumo de combustibles fósiles no renovables, el sector cementero europeo se ha comprometido a mantener una tasa de sustitución por combustibles alternativos del 25% en los países más desarrollados del área.

Cuadro 3.46 Utilización de combustibles alternativos en las cementeras españolas en 2003 (t)

Harinas y grasas animales	43.449
Líquidos alternativos	4.992
Aceite	15.329
Neumáticos	35.475
Residuos de madera	4.441
Otros	38.031

Fuente: *Oficemen. Memoria Anual 2003.*

En 2003 el Ministerio de Medio Ambiente publicó la guía de Mejores Técnicas Disponibles en España de fabricación de cemento (MTD)⁷² como referencia en cuestiones medioambientales para la industria y las administraciones competentes. Este manual recoge como técnicas primarias generales la optimización del control del proceso, los sistemas gravimétricos de alimentación de combustibles sólidos en los enfriadores y los sistemas de gestión de energía.

Para la reducción de las emisiones de NO_x sugiere una combinación de las técnicas primarias mencionadas y quemadores de bajo NO_x, combustión por etapas (o escalonada), y reducción selectiva no catalítica (SNCR). El nivel de emisión asociado a estas MTD se sitúa entre 500 y 1.200 mg NO_x/Nm³ (como NO₂), 500-800 mg NO_x/Nm³ para instalaciones nuevas, 800-1.200 mg NO_x/Nm³ para instalaciones existentes en vía seca.

Las MTD para reducir las emisiones de SO₂ son una combinación de las técnicas primarias mencionadas y la adición de absorbente. El nivel de emisión asociado a estas técnicas sería de 200-400 mg SO₂/Nm³ para hornos vía seca.

Para la reducción de las emisiones de partículas provenientes de fuentes dispersas, las MTD son la protección de los sistemas de transporte (pavimentación y acondicionamiento de viales, cerramiento de cintas, etc), el cerramiento total o parcial de los almacenamientos (silos de clínker, naves cerradas, pantallas de protección contra el viento, etc) y el desempolvamiento de los puntos de carga y descarga, y de transferencia en sistemas de transporte.

Las MTD para la reducción de las emisiones por fuentes localizadas son, además de las técnicas primarias, los filtros electrostáticos y los filtros de mangas. El nivel de emisión asociado a estas MTD se sitúa en 10-50 mg/Nm³, 30 – 50 mg/Nm³ para hornos y enfriadores, 10-30 mg/Nm³ para otras instalaciones de desempolvamiento⁷³.

3.4.4 INSTALACIONES AFECTADAS POR EL PLAN NACIONAL DE ASIGNACIÓN

Las tres instalaciones castellano-leonesas de fabricación de cemento están incluidas en el Plan Nacional de Asignación, que ha estipulado unos derechos totales de emisión para el sector cementero nacional en 27,54 millones de toneladas de CO₂ anuales.

Cuadro 3.47 Derechos de emisión asignados. Toneladas de CO₂

	2005	2006	2007
Cementos Cosmos	722.824	722.824	722.824
Cementos Pórtland	566.322	566.322	566.322
Tudela Veguín	831.269	831.269	831.269
Total Sector Castilla y León	2.120.415	2.120.415	2.120.415
Total Castilla y León	17.294.327	16.102.868	14.629.356
Total Sector España	27.536.362	27.536.362	27.536.362

Fuente: *Plan Nacional de Asignación.*

Estos derechos, que ascienden a 2.120.415 toneladas equivalentes de CO₂ anuales, suponen el 7,7% de los asignados a la industria española de fabricación de cemento y el 13,25% de los asignados al total de instalaciones afectadas de Castilla y León (en cómputo total para los tres años).

En otro orden de cosas, para complementar la información disponible de estas plantas, resulta conveniente notar que las tres instalaciones están afectadas por la ley 16/2002 y han superado los umbrales de emisión permitidos, por lo que se han visto obligadas a notificar su volumen de emisiones. El cuadro adjunto muestra los últimos datos recogidos por EPER-España, referidos los años 2001, 2002 y 2003.

Cuadro 3.48 Emisiones al aire (t/año)

	Cementos Cosmos			Cementos Portland			Tudela Veguín		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
CO	625	697	610	1.820		651			
CO ₂	650.000	717.000	741.000	465.000	462.000	585.000	487.000	478.000	504.000
NO ₂	1.500	1.890	1.800	2.300	1.230	2.110	810	957	859
PM10	58,1	54,5	54	172	77	70,9	57	63	80
SO ₂							1.970	1.900	2.100
HAPs						0,076			

Fuente: *EPER-España.*

Se observa que las emisiones de CO₂ se incrementan en el período analizado en las tres instalaciones. Estos incrementos varían desde un 3,5% en la fábrica de La Robla hasta un 14% en Cementos Cosmos o casi un 26% en la empresa palentina.

Los valores de CO₂ recogidos por el EPER son menores que los proporcionados para los mismos años por el Ministerio de Medio Ambiente. El Ministerio ofrece datos de emisión de CO₂ superiores en el 4,6% 1,7% y 1,3% en 2001, 2002 y 2003 respectivamente. El dato de emisión de CO₂ estimado para 2003 por este equipo es inferior al recogido en EPER en un 5,7%. Sólo podemos comparar los datos de CO₂, no del resto de los gases de efecto invernadero, ya que el EPER no proporciona esos datos.

Cuadro 3.49 Emisiones de CO₂ (t/año)

	2001	2002	2003
MMA	1.676.057	1.685.681	1.853.814
EPER	1.602.000	1.657.000	1.830.000
Estimación propia			1.730.715

Fuente: *Elaboración propia.*

El sector muestra su preocupación ante la previsible asignación insuficiente de derechos de emisión, lo que, según ellos, obligaría a reducir la producción, con la consecuente pérdida de empleos, riqueza y productividad y desequilibrio del mercado. Oficemen cree que no podría cubrirse la demanda con producción nacional y esto forzaría un desplazamiento de la producción a terceros países.

Para ellos, por lo tanto, las consecuencias medioambientales serían negativas, pues las emisiones de CO₂ a la atmósfera se verían incrementadas porque la fabricación de cemento en España es de las más eficientes en lo que a CO₂ se refiere, con lo que el cemento “de sustitución” se fabricaría con toda probabilidad en instalaciones con mayores emisiones⁷⁴. Además, las emisiones también aumentarían con las generadas en el transporte del producto hasta los puntos de consumo.

No obstante, hemos de tener en cuenta que el cementero es un sector con costes fijos muy elevados, que requiere importantísimas inversiones iniciales⁷⁵ y cuyos costes de transporte son muy altos (lo cual limita el radio de distribución de la producción). Con tales características, la posibilidad de deslocalización de la producción se reduce y aumentan las posibilidades de importación de derechos de emisión, lo cual aumentará los costes de las empresas (hasta un 0,6% del PIB nacional según Oficemen).

Según el documento “Críticas ecologistas a la Estrategia Española para el cumplimiento del protocolo de Kioto⁷⁶” ya que la producción de clinker para cemento es la

actividad más emisora de CO₂ del sector industrial resulta necesario contener su crecimiento. El desarrollo de infraestructuras de transporte, hidráulicas y la expansión de la construcción inmobiliaria son los destinatarios del cemento por lo que, según los ecologistas, una política de contención de emisiones tiene que actuar en estos sectores, poniendo límites a su expansión. Creen que deberían añadirse las siguientes medidas a la Estrategia Española:

Incorporación de pre-calentadores y pre-calcinadores multiestado: la adición de un precalcinador generalmente incrementa la capacidad de la planta. Y en caso de plantas nuevas el consumo específico de fuel se reduce.

Optimización de la recuperación de calor en el enfriamiento del clinker: dependiendo del tipo de equipo de enfriamiento empleado (si se evitan los ventiladores y se reduce la entrada de exceso de aire) se puede ahorrar uso de combustible, del orden de 0,04 a 0,15 GJ/t, con costes de inversión estimados de 2 euros/GJ ahorrado.

Reducción de la demanda eléctrica. El uso de molinos tipo “roller” en lugar del de bolas puede ahorrar hasta 7 Kwh/t de clinker. Uso de tecnologías de molido más eficientes como los molinos de alta presión (pueden ahorrar de 17 a 19 Kwh/t). Los clasificadores de alta eficiencia permiten reducir el tiempo de molienda ahorrando de 1,7 a 2,3 Kwh/t. Los motores de alta eficiencia y velocidad ajustable tienen ahorros potenciales entre 10 y 15 KWh/t.

En cuanto a las adiciones al cemento, los ecologistas piensan que es necesario evaluar el balance de emisiones teniendo en cuenta las debidas a la extracción y transporte de la materia añadida. Piensan que la utilización de residuos como combustibles en cementeras no es una medida aceptable ya que la quema de residuos como neumáticos, residuos ligeros de fragmentación de coches usados, lodos secos de depuradora, aceites minerales y vegetales, mezclas de residuos químicos, etc. en las cementeras libera a la atmósfera contaminantes de alta peligrosidad, por lo que rechazan totalmente esta práctica por razones ambientales y de salud.

3.5 El sector del vidrio

3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

3.5.1.1 Consideraciones técnicas

La fusión, la combinación de las distintas materias primas a temperatura elevada para formar vidrio fundido, es la fase central en la producción de vidrio. Ésta es una combinación compleja de reacciones químicas y procesos físicos, y puede dividirse en varias etapas: calentamiento; fusión primaria; afino y homogeneización; y acondicionamiento.

La elaboración de vidrio es una actividad muy intensiva desde el punto de vista energético, y la elección de la fuente de energía, técnica de calentamiento y método de recuperación de energía son primordiales en el diseño del horno. Las mismas elecciones son también algunos de los factores primordiales que afectan el comportamiento medioambiental y la eficacia energética de la operación de fusión. Las tres principales fuentes de energía para la fabricación de vidrio son gas natural, fuel-oil y electricidad.

Las principales técnicas de fusión son:

- Los hornos regenerativos utilizan sistemas regenerativos de recuperación de calor. El calor de los gases residuales se utiliza para precalentar el aire antes de la combustión, pasando los gases residuales a través de una cámara que contiene material refractario, que absorbe el calor. Pueden obtenerse temperaturas de precalentamiento de hasta 1400° C lo que produce eficacias térmicas muy altas.
- Los hornos de recuperación utilizan intercambiadores de calor (denominados recuperadores) para recuperación de calor, con precalentamiento continuo del aire de combustión por los gases residuales. Las temperaturas de precalentamiento del aire están limitadas a unos 800° C para recuperadores metálicos. La capacidad de fusión específica (por unidad de superficie del horno de fusión) de los hornos de recuperación es aproximadamente un 30% menor que para un horno regenerativo. Este tipo de horno se utiliza principalmente cuando se requiere una elevada flexibilidad de operación con una inversión inicial mínima, particularmente cuando la escala de la operación es demasiado reducida para hacer viable económicamente el uso de regeneradores.
- Los hornos de oxicomustión sustituyen el aire de combustión por oxígeno (pureza >90%). La eliminación de la mayoría del nitrógeno de la atmósfera de combustión reduce el volumen de los gases residuales en unos dos tercios. Por lo tanto, puede obtenerse ahorro energético en el horno, ya que no es necesario calentar el nitrógeno atmosférico a la temperatura de las llamas. Los hornos diseñados para combustión con oxígeno no utilizan sistemas de recuperación de calor para precalentar el suministro de oxígeno a los quemadores.
- Los hornos eléctricos consisten en una caja con revestimiento refractario soportada por un cuerpo de acero, con electrodos insertados. La energía para la fusión es aportada por el calentamiento resistivo al pasar la corriente a través del vidrio fundido. Hay un límite superior de tamaño por lo que respecta a la viabilidad económica de los hornos eléctricos, que depende del coste de la electricidad en comparación con los combustibles fósiles. La supresión de los combustibles fósiles del horno elimina la formación de productos de combustión.
- La fusión combinada con combustibles fósiles y electricidad puede adoptar dos formas: combustión predominantemente con combustible fósil con un refuerzo eléctrico, o calentamiento predominantemente eléctrico con apoyo de combustible fósil.

- Los hornos de fusión discontinuos se utilizan cuando se requieren cantidades menores de vidrio, particularmente si la formulación del vidrio cambia regularmente. En estos casos se emplean hornos de crisoles u hornos diarios para fundir lotes específicos de materia prima. Muchos procesos de vidrio de este tipo no estarían bajo el control de la IPPC ya que suelen tener menos de 20 toneladas diarias de capacidad de fusión.

Se han creado diseños especiales de hornos de fusión para mejorar la eficacia y comportamiento medioambiental. Los más conocidos de este tipo de horno son el horno de fusión de bajo nivel de NOx (LoNOx) y el Flex Melter.

Una característica importante de la Industria del Vidrio es el hecho de que los hornos tienen una vida operativa limitada, y al cabo de un periodo deben ser reparados o reconstruidos en distintos grados. En general, los hornos que utilizan combustibles fósiles, que producen vidrio para envases, vidrio plano, lana de vidrio, fibra de vidrio de filamentos continuos y vidrio soluble, funcionan continuamente por espacio de 8 a 12 años. Los hornos con combustibles fósiles para vidrio especial y vidrio doméstico funcionan normalmente de forma continua de 3 a 8 años. Los hornos con calentamiento eléctrico tienden a tener vidas operativas más cortas en todas las aplicaciones, entre 2 y 7 años. Otros hornos, como los cubilotes y los hornos de fusión discontinuos se utilizan durante periodos mucho más cortos, que van desde unos pocos días hasta varias semanas.

3.5.1.2 El Sector del Vidrio en el contexto internacional y nacional

La industria del vidrio en la Unión Europea es extremadamente diversa⁷⁷, tanto en los productos fabricados como en las técnicas de fabricación empleadas. Los productos van desde sofisticadas copas de vidrio al plomo elaboradas a mano, hasta grandes volúmenes de vidrio flotado producidos para los sectores de construcción y automoción. Las técnicas de fabricación varían desde pequeños hornos eléctricos, en el sector de fibras cerámicas, a hornos regenerativos de llama transversal, en el sector del vidrio plano, con producciones de hasta 700 toneladas al día.

Más del 80% de la producción de la industria se vende a otras industrias, de forma que la industria del vidrio en su conjunto depende mucho del sector de la construcción, así como del sector alimentario y de bebidas.

Por lo que se refiere a España, en el sector de la fabricación del vidrio hay que distinguir tres diferentes subsectores: vidrio hueco, vidrio plano y fritas⁷⁸.

La fabricación de envases de vidrio (sobre un 60% del total del sector) está estructurada de un modo similar al del resto de Europa, con una fuerte concentración de capital, tecnologías modernas con alto grado de automatización y un alto consumo

energético que puede alcanzar el 30% de los costes totales. El vidrio es un producto indiferenciado –no se distinguen los envases de distintos suministradores–, banal –lo que se demanda es el contenido y no el continente– y con un coste unitario bajo, por lo que las ventas se limitan mucho al entorno geográfico, de tal forma que las exportaciones no son el envase vacío sino un producto envasado.

La producción de vidrio plano supone alrededor del 25% de la producción total del sector. La demanda está muy ligada a la evolución de los sectores de la edificación y la fabricación de automóviles, que los últimos años han tenido un crecimiento notable y constante.

Parte del crecimiento espectacular que ha tenido el sector cerámico español en los últimos años se debe a la inmediatez del sector de fritas, que al ser el líder mundial y efectuar su investigación, desarrollo e innovación en las proximidades de la fabricación de productos cerámicos, ha permitido que ésta se beneficie de dicho liderazgo. Su facturación se ha multiplicado por 4 desde 1990, y más de la mitad de la producción se dedica a la exportación. Las ventas nacionales son asumidas totalmente por los fabricantes de pavimentos y revestimientos cerámicos, por lo que la evolución del sector está íntimamente ligada a la de éstos y a la del sector de la edificación en general.

Las principales empresas fabricantes de envases de vidrio están agrupadas en ANFEVI (Asociación Nacional de Empresas de Fabricación Automática de Envases de Vidrio). La Asociación está integrada por cinco grupos empresariales: BA Vidrio; O-I; Saint-Gobain (Montblanc y Vicasa); Vidrala (Crisnova, Valvitrum y Vidrala); y Vidrieras Canarias. En conjunto realizan más del 98% de la producción de botellas y tarros de vidrio, generan cerca de 4.000 empleos directos y disponen de una capacidad de producción superior a los 2,2 millones de toneladas. Disponen de 14 centros de producción situados en ocho comunidades autónomas.

La producción de envases de vidrio de la Asociación ascendió a 6.706 millones de unidades en 2004⁷⁹. Esta cifra sitúa a España como el cuarto país productor de los que forman la Federación Europea del Envase de Vidrio (FEVE)⁸⁰.

Las ventas de ANFEVI crecieron en 2004 un 2% con respecto al año anterior, con un volumen de 6.407 millones de botellas y tarros y un valor de 582,67 millones de euros.

El consumo de envases de vidrio también ha aumentado, de forma que si en 2003 cada español utilizaba una media de 149 botellas y tarros, en 2004 esta cantidad aumentó hasta 151 envases.

En cuanto al aspecto medioambiental del proceso de fabricación se refiere, el reciclado de envases se ha convertido en una estrategia fundamental de la industria, no sólo por el ahorro de materia prima que supone, sino por el ahorro energético,

puesto que cuando a los hornos donde se funde el vidrio se incorpora casco de vidrio, la energía necesaria en el proceso de fabricación es menor. Cada tonelada de envases de vidrio reciclado, ahorra 1.200 kilogramos de materias primas y 130 de fuel.

En el año 2004, por vez primera, el reciclado integral de envases de vidrio traspasó el umbral de los 2.000 millones de botellas y tarros reciclados en España. Así, 2.123.521.198 botellas y tarros han sido absorbidos por los 27 hornos vidrieros para fabricar nuevos envases. Este volumen de reciclaje ha supuesto un ahorro de 87.786 toneladas equivalentes de petróleo (tep), valoradas en alrededor de 27 millones de euros.

3.5.2 EL SECTOR EN CASTILLA Y LEÓN

3.5.2.1 Características diferenciales

Utilizando como fuente las Cuentas del Sector Industrial de Castilla y León 2003, el sector del vidrio, presenta las siguientes magnitudes:

Cuadro 3.50 Sector del Vidrio en Castilla y León

	Miles de euros	% sobre sector industrial Cyl
Producción bruta a salida de fábrica	283.743,15	1,04
Valor añadido bruto	102.760,47	1,37
Importe neto de la cifra de negocios	297.471,31	1,05
Ocupados (número)	1.996	1,36

Fuente: Junta de Castilla y León (2005b).

Por lo tanto, en 2003 la fabricación de vidrio generó el 1,37% del valor añadido bruto industrial regional y ocupó al 1,36% de los trabajadores de la industria castellano y leonesa.

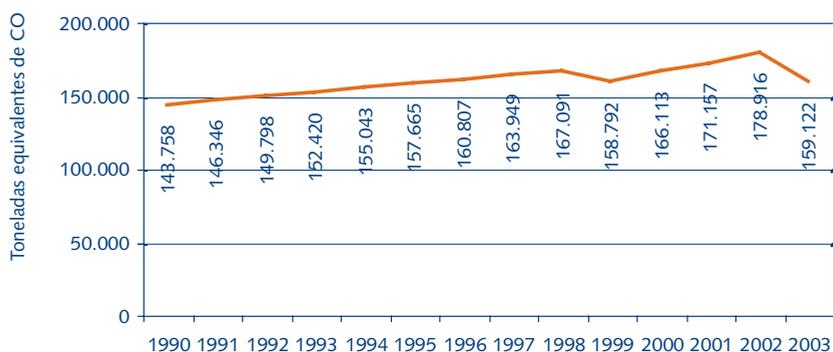
Según datos de ANFEVI la capacidad de producción de envases de vidrio en la comunidad autónoma de Castilla y León representa el 20,7% de la nacional. Y de los 6.407 millones de envases que se comercializaron en España en 2004, 378 millones se vendieron en Castilla y León. Esta cuota de mercado hace que la cifra de negocio procedente de los envases comercializados en Castilla y León se situara en 36,3 millones de euros, un 5,6% de la cifra de negocio nacional.

Dos de los grupo empresariales asociados a ANFEVI están implantados en la comunidad, B&A y Saint Gobain Vicasa, creando cerca de 500 empleos directos.

3.5.2.2 Emisiones

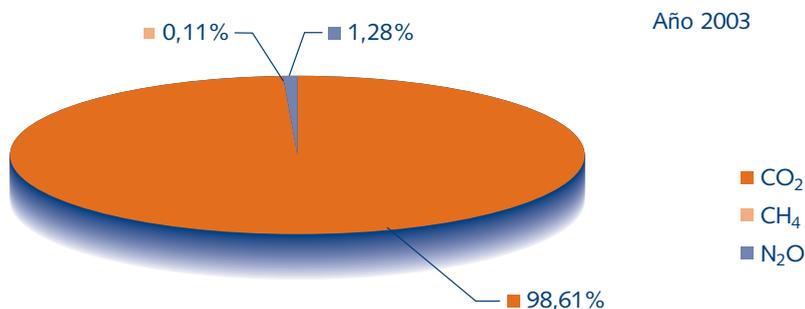
Con los datos del Ministerio de Medio Ambiente observamos que las emisiones generadas en actividades de combustión en la producción de vidrio en Castilla y León han evolucionado como muestra el gráfico siguiente:

Gráfico 3.31 Emisiones en Castilla y León



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

Gráfico 3.32 Distribución por tipo de gas de las emisiones. Vidrio. (Toneladas equivalentes de CO₂)



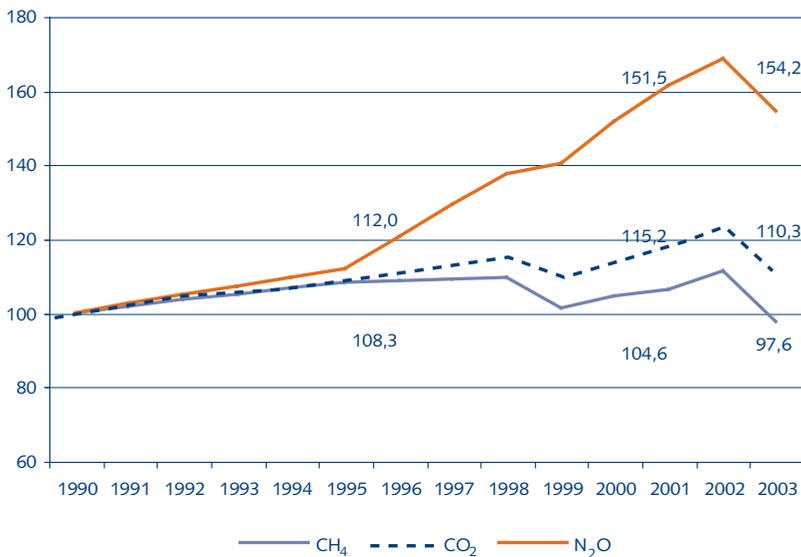
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

En 2003 las emisiones alcanzan la cifra de 159.122 toneladas equivalentes de CO₂. Por término medio para el periodo considerado, el 98,82 % de las emisiones lo fueron de CO₂, el 1,06% de N₂O y un marginal 0,12% de CH₄. La variación de esta distribución ha sido mínima y afecta a una disminución del peso de las emisiones

de CO₂ (98,95% en 1990, 98,61% en 2003) y de CH₄ (0,13% en 1990, 0,11% en 2003) en favor de las de N₂O (que pasan de representar el 0,92% en 1990 al 1,28% en 2003).

Las emisiones de CH₄ han disminuido un 2,4% durante el periodo considerado y las de N₂O y CO₂ han aumentado un 54,2% y un 10,3%, respectivamente. No obstante, en 2003 se ha apreciado una considerable disminución de las mismas con respecto al año anterior (en torno al 10%).

Gráfico 3.33 Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas. Vidrio. Números índice. 1990 = 100



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

En 2003, este volumen de emisiones supuso un 3,5% (4,9% en 1990) del total de emisiones recogidas en el epígrafe 1.A.2 (Industrias manufactureras y de construcción) y el 7,6% de las recogidas en el subepígrafe 1.A.2.f (Otras), según la clasificación de actividades IPCC.

3.5.3 MARCO EN EL QUE SE DESENVUELVE

3.5.3.1 Marco Normativo

La Directiva 94/62/CE, relativa a los envases y residuos de envases, ha sido incorporada al ordenamiento interno mediante la Ley 11/1997 y mediante su Reglamento de desarrollo y ejecución, aprobado por Real Decreto 782/1998.

La citada ley de envases y residuos de envases persigue la protección del medio ambiente fomentando la reutilización de los envases y el reciclado de sus residuos. Esta disposición afecta tanto a los fabricantes e importadores de envases, como a los consumidores y usuarios, pasando por las Administraciones, los envasadores y los distribuidores.

Los objetivos de esta ley estipulan que los sectores afectados deben cumplir los siguientes objetivos de reducción, reciclado y valorización:

- valorizar entre el 50%, como mínimo, y el 65%, como máximo, en peso de los residuos de envases,
- reciclar entre el 25%, como mínimo, y el 45%, como máximo, en peso, con un 15% por cada material de envasado,
- reducir en un 10% en peso de la totalidad de los residuos de envase generados.

Para su cumplimiento la ley establece dos opciones: adherirse a un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno o la adhesión a un Sistema Integrado de Gestión (SIGRE) que exime del anterior.

La revisión de la Directiva 94/62/CE por la Directiva 2004/12/CE y por la Directiva 2005/20/CE implica modificar la actual legislación española. La nueva normativa europea contempla los plazos para cumplir con los objetivos de reciclaje y recuperación de envases. De hecho, establece que el 31 de diciembre de 2008 los países de la Unión Europea deben alcanzar un mínimo de reciclado del 55%. Además establece una serie de objetivos de reutilización o reciclaje para distintos tipos de materiales.

Esta nueva Directiva hace especial hincapié en el apartado correspondiente a la valorización y reciclado. La nueva normativa obligará a los países de la UE a alcanzar para el 31 de diciembre de 2008 un porcentaje de valorización de envases de un mínimo del 60 por ciento, así como un mínimo de reciclado del 55 por ciento y un máximo del 80 por ciento en peso de los residuos de envases.

En este sentido la industria del vidrio cree que es necesario articular fórmulas que reduzcan verdaderamente su impacto sobre el medio ambiente como:

- prevención de residuos,
- reciclado integral, que no genera residuos y no crea subproductos para su posterior eliminación,
- otras formas de gestión a las que aplicar un coeficiente corrector con mayor valor para las vías que eliminen totalmente el residuo, reduciéndolo en función de su conducta medioambiental.

Desde este sector se piensa que para llegar al porcentaje de reciclaje impuesto será necesario contar con una mayor colaboración de la Administración, tanto en campañas de sensibilización como en implicación para el canal HORECA⁸¹.

Por otro lado, al sector del vidrio le afecta también el Plan Nacional de Residuos Sólidos Urbanos (PNRU), que pretende unificar toda la legislación en materia de gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos incorporando todos los principios y directrices de la Unión Europea. El principal objetivo de este Plan es la prevención y minimización en la generación de residuos sólidos urbanos.

3.5.3.2 Medidas y políticas posibles

La Estrategia Española sobre Cambio Climático, en todos sus borradores, recogía las siguientes medidas para reducir el aumento de emisiones de CO₂ en el sector del vidrio:

- Favorecer el uso de gas natural y de la cogeneración, el aprovechamiento de otros gases y la recuperación de calor residual para la mejora de rendimientos.
- Mejorar la tecnología y el diseño de los hornos.
- Aumentar la proporción de vidrio reciclado, tomando en consideración las distintas características del vidrio producido (hueco o plano).

Las asociaciones ecologistas que en noviembre de 2002 presentaron el documento *“Combatir las causas del cambio climático”* como reacción a la presentación del primer borrador de Estrategia española, hicieron hincapié en este tipo de medidas e incluso las concretaron y cuantificaron sus efectos de la siguiente forma:

- Recuperación de calor residual para la mejora de rendimientos: la utilización del calor residual generado en el precalentamiento de la mezcla de materia prima generaría ahorros energéticos del 10-20%.
- Mejorar la tecnología y el diseño de los hornos: la instalación de regeneradores multipaso, el aislamiento de su estructura y el aprovechamiento del calor residual generaría un 8% de ahorro de combustible.
- Aumentar la proporción de vidrio reciclado: un 10% de sustitución de materia prima base por vidrio reciclado resultaría en una disminución del 2,5 a 3% del consumo de energía del horno.

Por otra parte, este documento firmado por WWF, Greenpeace, Ecologistas en Acción y Amigos de la Tierra, considera que pueden conseguirse ahorros del 25% mediante medidas genéricas como implantando el uso de mecanismos de velocidad regulable y de equipos de mayor eficiencia, o evitando el sobredimensionamiento de los equipos y reduciendo las pérdidas de fricción. La reducción de costes en este caso es valorada en 20 euros/GJ anual.

En 2004 el Ministerio de Medio Ambiente publicó la guía de Mejores Técnicas Disponibles en España en la industria de fabricación de vidrio (MTD)⁸² como referencia en cuestiones medioambientales para la industria y las administraciones competentes, que recoge, amplía y especifica las medidas anteriores.

Como ya se ha comentado, la industria del vidrio incluye una amplia variedad de productos, procesos y técnicas de fabricación, por lo que puede usarse una amplia gama de técnicas de reducción de emisiones. No obstante, la idoneidad y eficacia de las técnicas pueden variar significativamente entre aplicaciones.

El comportamiento medioambiental del horno es producto de una combinación de la elección de técnica de fusión, método de operación, y disponibilidad de medidas de eliminación secundarias. Desde una perspectiva medioambiental, las técnicas de fusión que son inherentemente menos contaminantes o pueden controlarse por medios primarios son generalmente preferibles a las que se basan en eliminación secundaria. No obstante, es necesario considerar los aspectos prácticos desde el punto de vista económico y técnico, y la elección final debe ofrecer un equilibrio optimizado⁸³.

Por subsectores las medidas aplicadas han sido las siguientes:

- En cuanto a las medidas implantadas por el **subsector de vidrio hueco**, destacan la reforma y sustitución de hornos, el aumento del uso del casco de vidrio como materia prima (ahorra un 2% de energía cada 10% de aumento en la tasa), las mejoras de la transferencia de calor de la bóveda a la carga, el cambio hacia el gas natural como combustible principal, y la reducción de las mermas por el aumento de la calidad. La aplicación de estas medidas ha supuesto una reducción de la intensidad energética del 20% en el periodo 1990-2002, con la previsión del alcanzar alrededor de 0,405 t CO₂/t de vidrio fundido en el año 2010.
- Como en la mayoría de los sectores, el consumo energético es un factor crítico en la **producción del vidrio plano**, pues alcanza el 20% de los costes. Así, la optimización energética ha venido de la mano del empleo de materiales refractarios de última tecnología, la mejora de aislamientos y de la ingeniería del proceso, el reciclaje y la utilización de subproductos de otras industrias. Gracias a estas medidas el consumo energético es similar al promedio europeo, es decir, unos 6,6 GJ/t de vidrio fundido. En cuanto a las emisiones específicas, se espera una reducción del 10% en el período 1990-2010, alcanzando 0,557 kt CO₂/t de vidrio fundido en 2010.
- En cuanto a las medidas adoptadas por el **subsector de fritas de vidrio**, desde 1990 todas las fábricas utilizan ya el gas natural como combustible, por lo que aunque se han aplicado mejoras en el rendimiento energético, calidad de los quemadores y aislamientos, la gran reducción de las emisiones específicas se produjo antes de dicho año (en la actualidad está alrededor de 0,62 kt CO₂/kt).

3.5.4 INSTALACIONES AFECTADAS POR EL PLAN NACIONAL DE ASIGNACIÓN

El Plan Nacional de Asignación ha estipulado unos derechos totales de emisión para el sector vidriero nacional en 2,24 millones de toneladas de CO₂ anuales.

Según ANFEVI, el hecho de que la fabricación de vidrio sea una actividad muy intensiva en energía, hace que sus empresas se encuentren en la vanguardia tecnológica, empleando las mejores técnicas disponibles existentes en el mercado en lo que a eficiencia energética se refiere, habiendo reducido sus consumos energéticos de manera que se encuentran muy próximos a su límite teórico. Esta circunstancia haría, desde su punto de vista, que las empresas del sector prácticamente no cuenten con margen de reducción de emisiones, a excepción de la sustitución de la materia prima por vidrio reciclado.

Desde la Asociación se señala que mientras la producción en 2003 con respecto a 1990 aumentó un 45,7%; las emisiones de CO₂ lo hicieron tan solo un 22,6%, de tal forma que el ratio de emisiones sobre la producción de vidrio fundido, disminuyó en un 15,8%.

De las 62 instalaciones castellano y leonesas incluidas en el Plan Nacional de Asignación, tres pertenecen al sector fabricante de vidrio (código CNAE 261): B & A en León, Saint Gobain Vicasa en Burgos y Saint Gobain-La Granja en la provincia de Segovia, con las asignaciones que se detallan a continuación:

Cuadro 3.51 Derechos de emisión asignados. Toneladas de CO₂

	2005	2006	2007
B&A Vidrio S.A.	92.772	92.772	92.772
Saint Gobain La Granja	38.769	38.769	38.769
Saint-Gobain Vicasa	106.829	106.829	106.829
Total Sector Castilla y León	238.370	238.370	238.370
Total Castilla y León	17.294.327	16.102.868	14.629.356
Total Sector España	2.243.994	2.243.994	2.243.994

Fuente: Plan Nacional de Asignación.

Estos derechos suponen el 10,62% de los asignados a la industria vidriera española y el 1,49% de los asignados al total de instalaciones afectadas de Castilla y León (en cómputo total para los tres años).

Como información complementaria relativa a las emisiones de estas empresas, en el cuadro adjunto mostramos los últimos datos recogidos por EPER-España, referidos los años 2001, 2002 y 2003 para las tres instalaciones señaladas⁸⁴:

Cuadro 3.52 Emisiones al aire (t/año)

	B&A Vidrio S.A.			Saint Gobain La Granja			Saint-Gobain Vicsa		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
NO ₂	1.380	769	190			320	873	873	1.520
PM ₁₀	52,2						79,2	79	83,7
SO ₂	294	229					204	204	170
As									0,0985
Cr									0,373
Pb									1,1

Fuente: EPER-España.

El sector del vidrio se halla altamente oligopolizado a escala mundial, donde predominan grandes grupos empresariales.

BA-Vidrio posee dos plantas de fabricación en España, una en León y otra en Villafraanca de los Barros (Badajoz). Las magnitudes recogidas en el cuadro anterior corresponden a ambas plantas. BA produce y comercializa envases de vidrio (botellas, frascos...) destinados a las industrias de alimentación y de bebidas.

El Grupo Saint Gobain, en su planta de La Granja (Segovia) produce una amplia variedad de embalajes para la industria farmacéutica, perfumera y de cosmética así como aisladores eléctricos en vidrio templado para el transporte y la distribución de energía eléctrica en alta y media tensión. También comercializa y produce una amplia gama de paveses de vidrio, transparentes o de color para cerramientos y decoración en la edificación.

El grupo Saint Gobain Vicsa posee en España seis fábricas: Alcalá de Guadaira (Sevilla), Azuqueca de Henares (Guadalajara), Burgos, Jerez de la Frontera (Cadiz), Montblanc (Tarragona) y Zaragoza. En su fábrica de Burgos posee dos hornos y siete líneas de fabricación en las que produce botellas de vino, refrescos, zumos, sidras y licores, en colores blanco y verde.

3.6 El sector cerámico. Fabricación de ladrillos y tejas

3.6.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

Todos aquellos materiales tradicionalmente usados en la construcción y obtenidos mediante moldeo, secado y cocción de una pasta compuesta básicamente por arcilla, conforman el sector de materiales cerámicos de arcilla cocida. Dentro del mismo se encuentran, entre otros, los ladrillos, bloques, tejas, bovedillas, adoquines y celosías.

Su evolución y volumen de actividad están directamente vinculados a los del subsector de la edificación, que en la actualidad atraviesa una etapa de crecimiento (el número de viviendas terminadas en España en 2004 creció un 11,5% con respecto al año anterior y el de viviendas iniciadas un 11,1%). Estos incrementos en la demanda se han traducido en aumentos de la capacidad de producción de ladrillos y tejas, que en 2004 ascendió a 27 millones de toneladas (casi un 4% más que el año anterior).

Una de las principales características diferenciales del sector, no compartida por el resto de sectores analizados en este capítulo, es su elevado grado de atomización y de heterogeneidad en la producción. Diseminadas por todo el territorio nacional conviven un elevado número de empresas de tipo familiar y, salvo en Toledo y Barcelona donde se genera el 25% de la producción, no se aprecia la existencia de zonas de gran concentración de la actividad. Una de las razones de esta dispersión es la importancia relativa de los costes de transporte en el precio de venta de los productos, dado el bajo valor añadido de estos, de forma que el radio normal de venta de una fábrica no suele superar los 100 km. En 2004, en España, el sector contaba con 420 empresas, el 95% de ellas con una sola planta, que empleaban a 12.500 personas y cuyo volumen de inversión en aumento de la capacidad productiva ascendió a 200 millones de euros.

3.6.2 EL SECTOR EN CASTILLA Y LEÓN

3.6.2.1 Características diferenciales

Siguiendo las Cuentas del Sector Industrial de Castilla y León 2003, el sector cerámico (donde se incluye la producción de ladrillos y tejas), presenta las siguientes magnitudes:

Cuadro 3.53 Sector Cerámico en Castilla y León

	Miles de euros	% sobre sector industrial CyL
Producción bruta a salida de fábrica	145.953,00	0,53
Valor añadido bruto	67.262,26	0,90
Importe neto de la cifra de negocios	153.654,80	0,54
Ocupados (número)	1.658	1,13

Fuente: Junta de Castilla y León (2005b)

Según estas cifras, en 2003 la fabricación de productos cerámicos generó el 0,9% del valor añadido bruto industrial regional y ocupó al 1,13% de los trabajadores de

la industria castellano-leonesa. Para completar esta información con la proporcionada en la Contabilidad Regional de España, nos referimos al apartado dedicado a la producción de cemento donde se consignan los datos de la rama "Otros productos minerales no metálicos", en la cual está incluida la fabricación de productos cerámicos.

3.6.2.2 Emisiones

Las emisiones generadas en actividades de combustión en el sector productor de ladrillos y tejas según los datos del Ministerio de Medio Ambiente han evolucionado como muestra el gráfico siguiente:

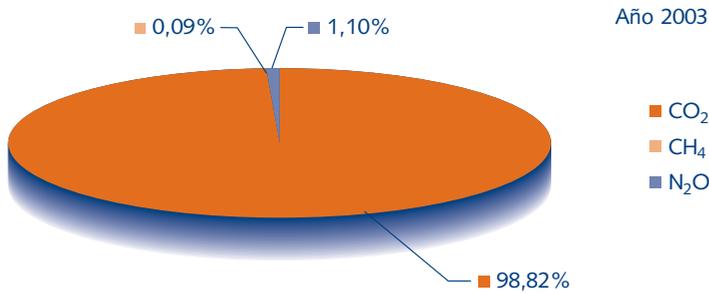
Gráfico 3.34 Emisiones generadas en actividades de combustión en el sector productor de Ladrillos y Tejas. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA*

En el año 2003 las emisiones ascendieron a 352.705 toneladas equivalentes de CO₂. Por término medio para el periodo considerado, el 98,9 % de las emisiones lo fueron de CO₂, el 0,99% de N₂O y un marginal 0,11% de CH₄. La variación de esta distribución ha sido mínima y afecta a una disminución del peso de las emisiones de CO₂ y CH₄ (de 0,14% en 1990 a 0,09% en 2003) en favor de las de N₂O (que pasan de representar el 0,94% en 1990 al 1,10% en 2003).

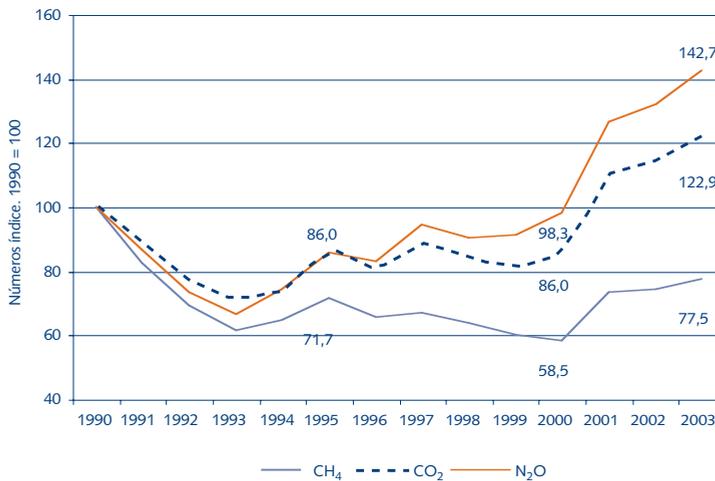
Gráfico 3.35 Distribución por tipo de gas de las emisiones por combustión. Ladrillos y Tejas. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

Las emisiones de CH₄ han disminuido un 22,5% durante el periodo considerado y las de N₂O y CO₂ han aumentado un 42,7% y un 22,8%, respectivamente. No obstante, en los años 1991, 1992, 1993, 1996, 1998 y 1999 se han apreciado considerables disminuciones en estas emisiones, que han sido compensadas por los incrementos de los años 1995 y 2001, que se situaron en torno al 17% y al 29% anual, respectivamente.

Gráfico 3.36 Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas. Ladrillos y Tejas. (Números índice. 1990 = 100)



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

En 2003, el volumen de emisiones del sector supuso un 7,7% (9,9% en 1990) del total de emisiones recogidas en el epígrafe 1.A.2 (Industrias manufactureras y de construcción) y el 16,9% de las recogidas en el subepígrafe 1.A.2.f (Otras), según la clasificación de actividades IPCC.

3.6.3 MARCO EN EL QUE SE DESENVUELVE

3.6.3.1 Marco Normativo

No existiendo ninguna normativa específica del sector y referida en exclusiva a la emisión de GEI, aludimos a continuación a dos normas de alcance medioambiental más amplio.

A pesar de que la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación obligaba a la Administración Central a promulgar un nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) con el fin de actualizar la norma obsoleta en vigor, con más de dos años de retraso ese Código Técnico aún no se ha promulgado. Cuando efectivamente se apruebe, el nuevo Código Técnico afectará al sector cerámico y, entre otras cuestiones, regulará el procedimiento de evaluación ambiental de los edificios.

Desde la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida (HISPALYT) se apoya y se confía en el nuevo CTE (del que existe un borrador) ya que “actualiza, unifica y homogeneiza la normativa actual; da respuesta a las demandas de calidad, seguridad y accesibilidad” y su aplicación “mejorará los materiales y los sistemas constructivos”. HISPALYT cree que el nuevo CTE cubre lagunas del pasado, como la exclusión del bloque termoarcilla de la normativa anterior.

Por otro lado, se ha elaborado la guía tecnológica de fabricación de materiales cerámicos tomando como base la Directiva 96/61/CE, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC). En esta guía, se resume el estudio de prospección tecnológica del sector con objeto de recoger los aspectos más relevantes del Informe Tecnológico.

3.6.3.2 Medidas y políticas posibles

En los últimos años se ha producido una sustancial mejora en varios aspectos relacionados con las etapas de cocción y secado de los productos, tanto en las instalaciones mediante mejoras en el aislamiento térmico de hornos, conductos y otros elementos, y la introducción progresiva de sistemas de automatización, como en la utilización de combustibles menos intensivos en carbono, sustituyendo las unidades que utilizan derivados del petróleo por unidades de combustión de gas natural (si las infraestructuras de distribución del gas natural lo permiten). El conjunto de estas medidas, junto con la sustitución de equipos obsoletos, ha supuesto una importante reducción en el consumo energético asociado a la producción. Y aunque

progresivamente las mejoras por eficiencia energética y sustitución de combustibles se tornan técnicamente más complejas y económicamente más costosas, se pueden alcanzar valores medios de 480 termias por tonelada de producto en el año 2010, cifra que se lograría mediante la sustitución de equipos y la introducción de mejoras adicionales en aislamiento y procesos en las instalaciones con menores prestaciones. Así mismo se pretende reducir del consumo de coque de petróleo hasta el 10% y el de fuel al 28%, aumentando la participación del gas natural hasta el 62%.

En el mismo sentido se dirigen las medidas que propone la Estrategia Española de lucha contra el Cambio Climático⁸⁵ para reducir las emisiones del sector, a saber:

- optimización energética a través de mejoras en procesos y equipos mediante la aplicación generalizada de las recomendaciones oficiales más exigentes vigentes en esta materia que sean económicamente viables
- uso progresivo del gas natural como sustituto del fuel.

Por su parte, las asociaciones ecologistas responsables del documento que critica la Estrategia anterior⁸⁶ proponen introducir mejoras en el horno de túnel para tejas, ya que la reducción de las fugas de aire disminuiría el tiempo de cocido de 70 a 17 h. y supondría un ahorro de combustibles de 1,9 GJ/t y de electricidad de 0,09 GJ/t.

3.6.4 INSTALACIONES AFECTADAS POR EL PLAN NACIONAL DE ASIGNACIÓN

El Plan Nacional de Asignación ha estipulado unos derechos totales de emisión para el sector cerámico nacional en 4,75 millones de toneladas de CO₂ anuales y afecta a 289 instalaciones.

De las 62 instalaciones castellano-leonesas incluidas en el Plan, veinte (mostradas en el siguiente cuadro) pertenecen al sector productor de Ladrillos y Tejas (códigos CNAE 2640, 2626, 2682 ó 5153):

Cuadro 3.54 PNA Instalaciones castellano-leonesas afectadas. Ladrillos y Tejas

Instalación	Localidad	Provincia
Cerámica Hermanos Zarza	Crespos	Ávila
Cerámica Llanos, S.A.	Briviesca	Burgos
Cerámica de Villacé (Cer. Gonzalez Carreño)	Villacé	León
Ceranor	Valencia de Don Juan	
Rubiera Gijón S.A. Forjados y Cubiertas	León	

Continúa en página siguiente

Instalación	Localidad	Provincia
Cerámica Piña	Piña de Campos	Palencia
Cerámica San Antolín S.A.	Palencia	
Cerámica Santa Bárbara Criado Hermanos	Aldeatejada	Salamanca
Trabajos y Movimientos S.A. (Tramosa)	Ciudad Rodrigo	
Cerámica Carbonero	Carbonero el Mayor	Segovia
Cerámica García Cuesta	Nava de la Asunción	
Dalopa	Bernuy de Porreros	
Gres Acueducto, S.A	Otero de Herreros	
Tecnocerámica-Cer. Arevalo	Carbonero	
Cerámica Peñafiel	Peñafiel	Valladolid
Cerámica Zaratán	La Cistiérniga	
Cerámica Cuesta Vila, S.A.	Toro	Zamora
Cerámica Hispano Portuguesa S.L.	Corrales del Vino	
Cerámica Isidro Lorenzo (Cer. de Castro)	Castrogonzalo	
Cerámicas Saza	Corrales del Vino	

Cuadro 3.55 Derechos de emisión asignados. Toneladas de CO₂

	2005	2006	2007
Cerámica Hermanos Zarza	10.053	10.053	10.053
Cerámica Llanos, S.A.	30.563	30.563	30.563
Cerámica de Villacé	27.653	27.653	27.653
Ceranor	116.275	116.275	116.275
Rubiera Gijon S.A. Forjados y Cubiertas	19.224	19.224	19.224
Cerámica Piña	10.193	10.193	10.193
Cerámica San Antolín S.A.	19.914	19.914	19.914
Cerámica Santa Bárbara Criado Hermanos	4.598	4.598	4.598
Trabajos y Movimientos S.A. (Tramosa)	7.290	7.290	7.290
Cerámica Carbonero	12.985	12.985	12.985
Cerámica García Cuesta	18.136	18.136	18.136
Dalopa	9.394	9.394	9.394
Gres Acueducto, S.A	15.918	15.918	15.918
Tecnocerámica Cerámica Arevalo	8.186	8.186	8.186
Cerámica Peñafiel	16.285	16.285	16.285

Continúa en página siguiente

	2005	2006	2007
Cerámica Zaratán	17.864	17.864	17.864
Cerámica Cuesta Vila, S.A.	15.291	15.291	15.291
Cerámica Hispano Portuguesa S.L.	16.035	16.035	16.035
Cerámica Isidro Lorenzo (Cer de Castro)	3.923	3.923	3.923
Cerámicas Saza	25.644	25.644	25.644
Total Sector Castilla y León	405.424	405.424	405.424
Total Castilla y León	17.294.327	16.102.868	14.629.356
Total Sector España	4.750.275	4.750.275	4.750.275

Como observamos en el cuadro anterior, los derechos asignados a todo el sector castellano-leonés ascienden a 405.424 toneladas equivalentes de CO₂ anuales; suponen el 8,53% de los asignados a la industria española fabricante de ladrillos y tejas y el 2,53% de los asignados al total de instalaciones afectadas de Castilla y León (en cómputo total para los tres años). Es notable que casi el 29% de los derechos asignados al sector regional están concentrados en una sola empresa, Ceranor.

Algunos datos sobre estas empresas se recogen en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.56 Magnitudes financieras y empleo. Ladrillos y tejas

	Millones de euros						Número	
	Ventas		Beneficios		Fondos propios		Empleados	
	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002
Hermanos Zarza	0,62	0,6	0,017	-0,019	0,23	0,14	9	15
Llanos	1,94	2,89	-0,24	0,21	2,37	2,62	33	34
Villacé	4,37	4,93	0,06	-0,01	4,59	4,52	29	29
Ceranor		19,49		1,19		11,39?		86
Rubiera Gijón	13,64	12,06	0,03	0,05	3,03	2,99	137	139
Cerámica Piña		0,98		0,006		1,04		21
San Antolín	6,2	5,79	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	42	42
Santa Bárbara	11,29	11,27	0,25	0,44	4,61	4,61	55	55
Tramosa		1,5		0,07		1,07	n.d.	n.d.
Carbonero	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
García Cuesta	4,96	4,76	0,41	0,53	6,11	5,86	68	67
Dalopa	2,77	2,58	0,15	0,29	3,44	3,25	37	37

Continúa en página siguiente

	Millones de euros						Número	
	Ventas		Beneficios		Fondos propios		Empleados	
	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002
Gres Acueducto		8,27		1,33		9,85		71
Arevalo		1,85		0,39		2,48		17
Peñafilel	2,12	2,44	0,09	0,13	1,57	1,57	27	27
Zaratán		2,56		0,2		3,05		25
Cuesta Vila		4,35		0,48		9,6		37
Hispano Portuguesa		4		-0,52		4,54		42
Isidro Lorenzo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Saza		4,02		0,06		1,65		3

Fuente: Bases de datos SABI y FOMENTO.

Como podemos observar, el perfil genérico de las empresas del sector es muy diferente al de los otros sectores afectados por el PNA; en este caso la dimensión es mucho menor, el número medio de empleados se sitúa en torno a las 48 personas, la cifra de ventas, excepto en cinco casos, no alcanza los cinco millones de euros anuales y el volumen de beneficios apenas alcanza los 300.000 euros y, en cinco casos, estos son negativos.

Hisपालyt, la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla, cree que en el Plan Nacional de Asignación, no se está estableciendo correctamente el escenario básico de cumplimiento y provoca una gravísima distorsión al mercado, que incidirá de forma determinante en la competitividad y viabilidad futura de un alto porcentaje de las instalaciones del sector. Entre otras cuestiones, aducen que no se ha tenido en cuenta el aumento de capacidad de producción de las instalaciones después de julio de 2001. Por otro lado, llaman la atención sobre el temor a que el acceso de las empresas a los mercados de emisiones vaya a ser limitado por su reducido tamaño y su escasez de capacidad de crédito y recursos en general.

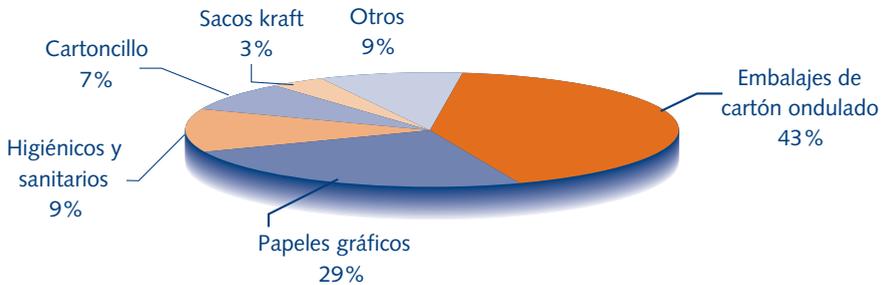
3.7 El sector de la Pasta y el Papel

3.7.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

3.7.1.1 Consideraciones técnicas

El papel es esencialmente una hoja hecha de fibras a la que se añaden varias sustancias químicas para modificar sus propiedades y su calidad. Las fábricas papeleras convierten las fibras de celulosa en papel, que se transforma después en una enorme variedad de productos (existen más de 450 tipos diferentes de papel). Por lo tanto, dentro del sector productor de pasta y papel encontramos fábricas de pasta, fábricas integradas de pasta y papel y fábricas de papel.

Gráfico 3.37 Distribución de la producción según tipos de papel y cartón. 2003. Porcentajes



Fuente: ASPAPEL (2005a).

La pasta papelera puede obtenerse a partir de fibra virgen por medios químicos o mecánicos, o bien a partir de papel recuperado. Una fábrica de papel puede limitarse a reconstituir la pasta fabricada en otro lugar o integrarse con el proceso de desfibrado en el mismo establecimiento.

Cuando la materia prima es celulosa, ésta procede de la molienda de los troncos de árboles una vez descortezados, aserrados y desprovistos de nudos. Determinadas especies, como el eucalipto, chopo, pino o abedul son especialmente aptas por sus rendimientos económicos como generadoras industriales de celulosa. Si bien éste es el origen tradicional de las pastas papeleras vírgenes, en los últimos años ha aumentado la importancia económica del papel y cartón recuperados como materia prima adicional reciclable para la producción de pasta de papel equivalente. El repetido uso por reciclado, produce la degradación natural de las fibras que, al nivel actual de la tecnología, pueden ser procesadas un número finito de veces según

tratamientos y calidades; por ello lo usual es que las fibras vírgenes y las recicladas se complementen en el ciclo de fabricación del papel, aunque existen importantes calidades de papel que se fabrican con 100% papel recuperado.

3.7.1.2 El sector de la pasta y papel en el contexto internacional y nacional

Según se recoge en las publicaciones de ASPAPEL, la asociación que agrupa en España a las principales empresas del sector⁸⁷, el ritmo de crecimiento de la industria papelera española en los últimos cinco años ha sido más rápido que el de la UE y Estados Unidos y en 2004 alcanzó una producción total de 5.526.000 toneladas de papel y cartón. En el periodo 1995-2002, la producción de papel en España ha registrado un crecimiento acumulado del 46%, lo que supone más del doble del incremento del Índice de Producción Industrial y casi multiplica por dos el crecimiento del Producto Interior Bruto. España es el séptimo productor europeo de papel y cartón y ocupa el puesto 16 a escala mundial. Las 131 plantas de producción de papel y las 15 de producción de celulosa que hay en el país ocupan a 17.750 empleados directos. En los próximos dos años se prevé un aumento del 20% en la capacidad productiva del sector, con inversiones en mejoras tecnológicas que alcanzarán los 1.200 millones de euros. El volumen de facturación en 2004 ascendió a 4.133 millones de euros, lo cual supone un incremento del 1,1% respecto al año anterior. En ese mismo año, se exportó el 26% de la producción total (que supuso el 33% de la facturación). Algunas de las razones que explican este crecimiento son las mejoras de productividad (un 71% en los últimos 10 años) y la concentración de la producción, pues si a principios de la pasada década sólo el 4% de las fábricas de papel y el 28% de las de pasta tenían una capacidad superior a 100 kt anuales, hoy en día el 14% de las plantas papeleras y el 47% de las de celulosa superan dicha producción anual. En esta evolución también hay que considerar que el consumo per cápita en España (171 kg) se sitúa todavía por debajo de los países de nuestro entorno, como Francia (193 kg), Italia (190 kg), Alemania (233 kg) o Estados Unidos (332 kg), lo que implica importantes posibilidades de desarrollo. Hemos de notar también que la pasta y el papel se desenvuelven en mercados globalizados en los que el producto puede soportar costes de transporte de grandes distancias, por lo que el sector está sujeto a dura competencia internacional.

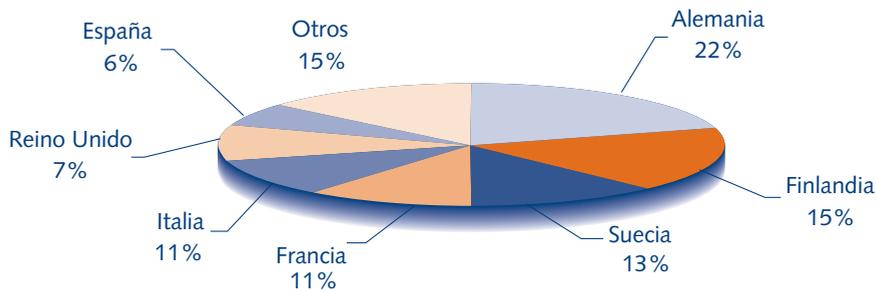
En los gráficos y cuadros siguientes queda reflejada la evolución de la producción del sector, el reparto nacional de la misma a escala europea y la evolución del consumo por habitante en España.

Cuadro 3.57 Producción del sector papero español.
Miles de toneladas

	2001	2002	2003	2004
Papel y cartón	5.133,7	5.365,0	5.437,7	5.526,0
Pastas papeleras	1.720,2	1.719,4	1.894,0	1.997,5

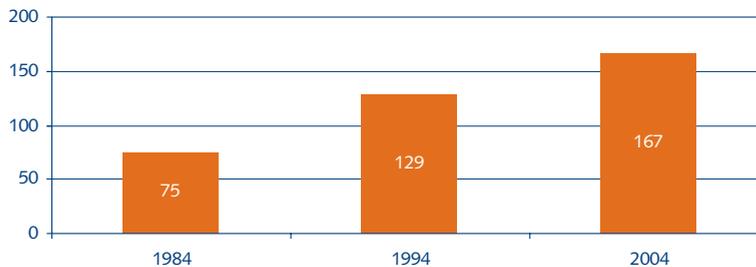
Fuente: ASPAPEL.

Gráfico 3.38 Distribución de la producción europea de papel y cartón. 2003



Fuente: ASPAPEL (2005b).

Gráfico 3.39 Consumo de papel por habitante en España.
(Kilogramos/año)



Fuente: ASPAPEL (2005b).

Aspectos Medioambientales del sector en España: cogeneración, sumideros y reciclado

Además de fibras y sustancias químicas, la fabricación de papel requiere grandes cantidades de agua y energía en forma de vapor y electricidad. En consecuencia, los principales aspectos medioambientales asociados a la producción de papel se centran en las emisiones a las aguas, las emisiones atmosféricas y el consumo de energía, conjuntamente con los residuos de proceso y su correcto tratamiento.

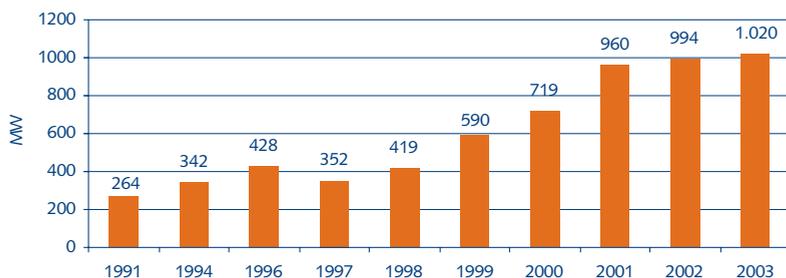
A pesar de que, según la información proporcionada por ASPAPEL, en los últimos 15 años el sector ha conseguido reducir significativamente su consumo de energía⁸⁸, continúa siendo intensivo en el uso de la misma, pues los costes energéticos representan actualmente entre el 16% y el 20% de los costes totales de fabricación. Si bien cada proceso y calidad de pasta o de papel muestran unos ratios de consumo eléctrico y térmico específicos y diferenciados, se puede estimar que para fabricar una tonelada de pasta o de papel son necesarios entre 630-670 Kwh de electricidad y entre 1.000-3.300 Kwh de energía térmica⁸⁹.

Se constata pues, que las emisiones de CO₂ están correlacionadas directamente con el volumen de producción y con las diferentes proporciones de calidades de pasta y papel que conforman dicho volumen.

COGENERACIÓN

Por otro lado, en este mismo periodo, la industria de la celulosa y el papel ha casi triplicado su potencia instalada de cogeneración de energía, alcanzando los 1.020 Mw en 2003, lo cual supone el 2,5% de la electricidad total generada en España y el 18% de toda la energía cogenerada. Desde 1999, la energía cogenerada por el sector es superior al consumo eléctrico sectorial total; asimismo, la cobertura de consumo eléctrico en la industria papelera española mediante cogeneraciones más que duplica a la media europea (UE-15).

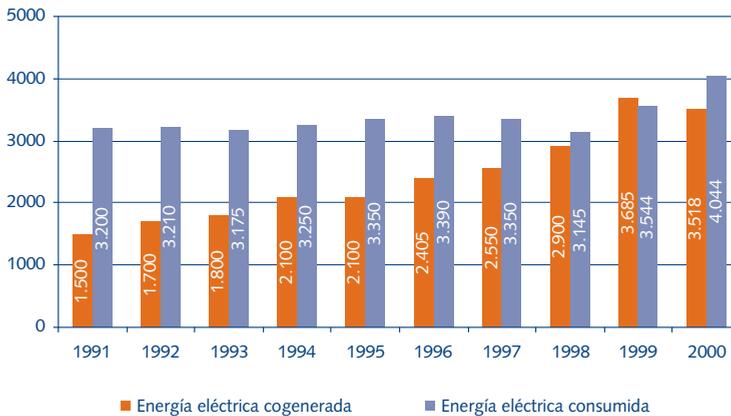
Gráfico 3.40 Potencia de cogeneración instalada. (MW)



Fuente: ASPAPEL (2002 y 2005b).

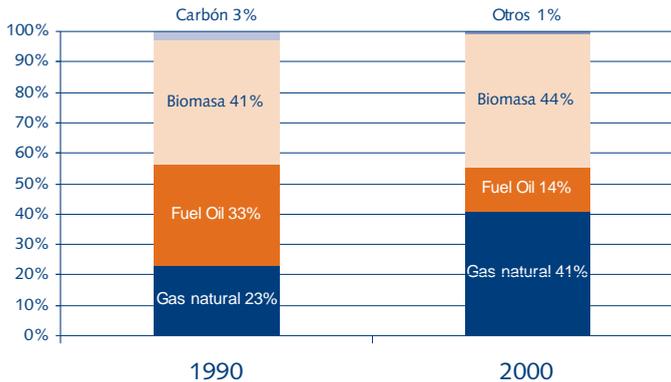
El 85% del combustible utilizado por la industria papelera en España es energía limpia como el gas natural (41%) o energía renovable como la biomasa residual del proceso de fabricación con fibra virgen (44%). La sustitución del fuel oil y del carbón por gas natural supone una reducción del 27% y del 41% en las emisiones de CO₂, respectivamente. La biomasa residual (cortezas, lignita...) empleada en 2000 ascendió a 832.000 toneladas equivalentes de petróleo y generó el 51% del total de energía renovable a partir de biomasa producida industrialmente.

Gráfico 3.41 Energía eléctrica cogenerada y consumida por el sector papelero. (GWh/año)



Fuente: ASPAPEL (2002).

Gráfico 3.42 Distribución del consumo de combustibles en el sector papelero. (Porcentajes)



Fuente: ASPAPEL (2003a).

SUMIDEROS

Una segunda implicación importante del sector en términos medioambientales se relaciona con el hecho de que las especies de crecimiento rápido utilizadas en la fabricación del papel y procedentes de cultivos forestales gestionados aplicando criterios de desarrollo sostenible, se comportan como sumideros de CO₂. Una hectárea de cultivo de estas especies puede fijar al año hasta 10 toneladas de CO₂, cuatro veces más que los árboles de crecimiento lento como las hayas y los robles. El 26% de la superficie arbolada española (400.000 Has. de pino y eucalipto) se mantiene gracias a la actividad papelera.

RECICLADO

Y en tercer lugar, el creciente uso de papel recuperado impacta en la reducción de emisiones del sector al evitar aquellas que se producirían al reciclar los residuos urbanos. Se puede considerar que cada tonelada de papel que termina en un vertedero, con su descomposición, provocará unas emisiones directas de gases de efecto invernadero equivalentes a unos 212 Kg CO₂/Ton papel. Por otro lado, el reciclaje de los productos papeleros una vez usados prolonga la vida útil de las fibras de celulosa obtenidas de la madera, optimizando el aprovechamiento de este recurso natural.

En el año 2004, en España, se utilizaron como materia prima 4.500.000 toneladas de papel recuperado para una producción total de 5.526.000 toneladas de papel nuevo, es decir, más del 80% de la materia prima fue papel recuperado. De este total, 3,9 millones de toneladas se recogieron en el país, las cuales supusieron una tasa de recogida del orden del 55%, que evitaron emisiones directas de gases de efecto invernadero en vertederos del orden de 745.000 toneladas de CO₂. Estas tasas de recogida nos sitúan cerca de la media europea (58%), pero lejos de países como Alemania (74%) o Finlandia (73%).

Como se puede observar en el cuadro siguiente, la capacidad de reciclar de la industria papelera es superior a la recuperación de papel, habiéndose registrado déficits en torno al 17% en el periodo 2001-2004 (25% en 1993), que han de cubrirse con papel recuperado en otros países. La capacidad de reciclaje de la industria española crece a un ritmo superior a la recogida de papel.

Cuadro 3.58 Estadísticas de reciclado

	2001	2002	2003	2004
	Miles de toneladas			
Recogida aparente	3.496,2	3.616,8	3.642,9	3.900,0
Consumo ⁽¹⁾	4.196,9	4.370,3	4.442,7	4.500,0
	Porcentajes			
Tasa de recogida ⁽²⁾	54,6	52,0	50,5	54,9
Tasa de utilización ⁽³⁾	81,8	81,5	81,7	81,4
Tasa de reciclaje ⁽⁴⁾	65,6	62,9	61,6	61,7

⁽¹⁾ Papel que se recicla como materia prima

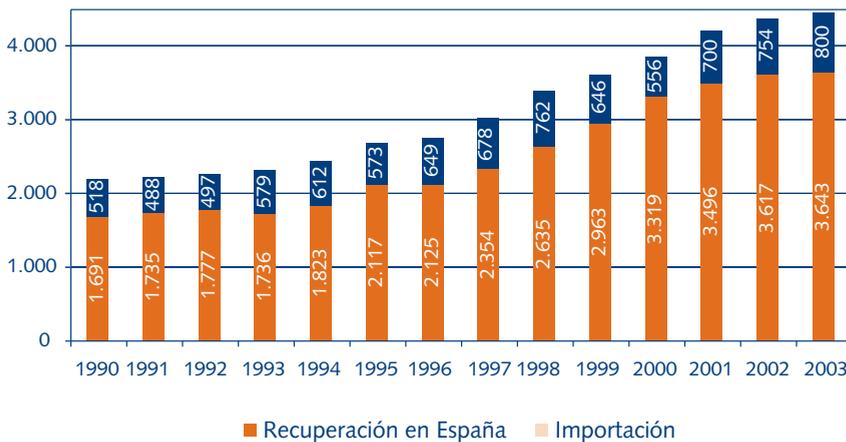
⁽²⁾ Recogida de papel recuperado expresada como % del consumo de papel y cartón

⁽³⁾ Consumo de papel recuperado expresado como % de la producción de papel y cartón.

⁽⁴⁾ Consumo de papel recuperado expresado como % del consumo de papel y cartón.

Fuente: ASPAPEL (2002) y (2005b).

Gráfico 3.43 Papel recuperado reciclado en España.
(Miles de toneladas/año)



Fuente: ASPAPEL. (2005b).

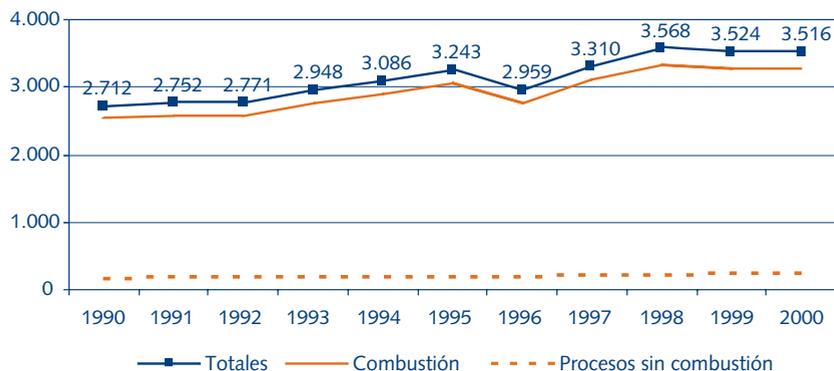
Emisiones de gases de efecto invernadero en España

De acuerdo con la metodología IPCC, las actividades consideradas para la elaboración de los inventarios nacionales oficiales relacionadas con la industria del Papel, Pasta de Papel y Artes Gráficas son las siguientes:

- **Combustión**
 - 1.A.2.d Combustión en los sectores papel, pasta de papel y artes gráficas.
 - 1.A.2.f Combustión en otros sectores. Autoproducción de electricidad (parcial).
- **Procesos sin combustión**
 - 2.A.2 Procesos en la producción de cal (parcial)
 - 2.D.2 Procesos en el sector de papel y pasta de papel
 - 6.B.1 Tratamiento de aguas residuales en la industria (parcial)
 - 6.C Incineración de residuos (parcial)

Según el Inventario Español de Emisiones, las emisiones totales del sector papelero español suponen menos del 1% de las emisiones de gases de efecto invernadero del país. De ese total, que en 2000 ascendió a 3.516,1 kilotoneladas equivalentes de CO₂, el 93,64% correspondieron a los procesos de combustión y el 6,36% a los procesos sin combustión (en término medio para el periodo 1990-2000). En el periodo considerado, las emisiones totales crecieron un 29,6%, las relacionadas con actividades de combustión un 27,9 % y la atribuibles a procesos sin combustión un 60%, mientras la producción del sector aumentó un 37%.

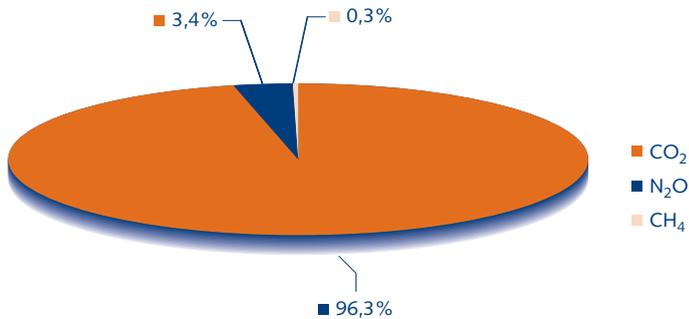
Gráfico 3.44 Emisiones del sector Pasta de papel y Artes gráficas. España. (Miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: MMA, recogido en ASPAPEL (2003a).

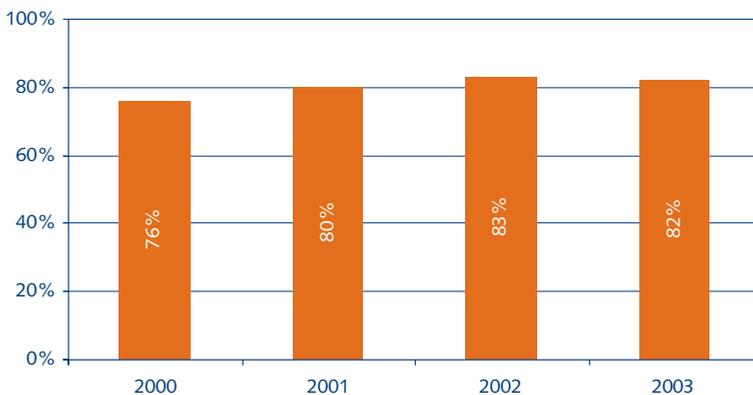
Como queda reflejado en el siguiente gráfico, en la distribución por gases de las emisiones totales, las de CO₂ suponen el 96,26% del total, seguidas de las de N₂O (3,43%) y finalmente las de CH₄ (0,31%).

Gráfico 3.45 Distribución por gases de las emisiones totales



Fuente: *Elaboración propia a partir datos MMA.*

Gráfico 3.46 Ratio de las emisiones de CO₂ con origen en la cogeneración sobre el total de emisiones del sector papelero español. (Porcentajes)



Fuente: *ASPAPEL (2005b).*

El crecimiento de la cogeneración en el sector ha supuesto un aumento de la producción de energía, que se ve reflejado en el lógico aumento de las emisiones sectoriales de CO₂ y NO_x. Sin embargo, en el cómputo global (no sectorial) de emisiones

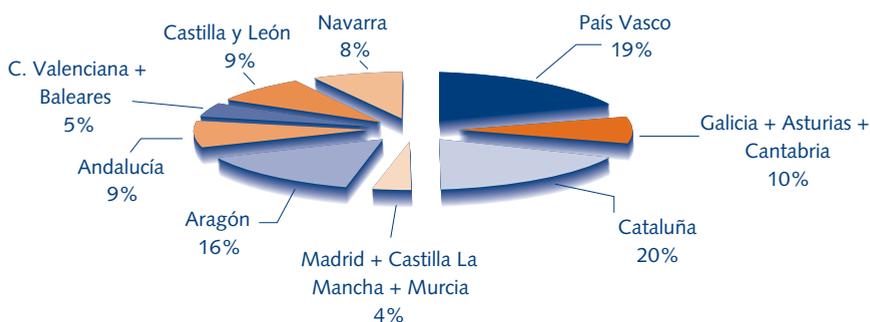
la reducción es evidente, dado que tanto la energía ahora cogenerada que utiliza el sector, como el excedente que vende a la red, se produce con sistemas muy eficientes que, con respecto a las centrales térmicas convencionales, permiten un ahorro del 35% en la energía necesaria para producir la misma electricidad, lo cual disminuye las emisiones de CO₂ en 0,25 Kg por kWh. En el siguiente gráfico, podemos apreciar la importancia relativa de las emisiones de CO₂ con origen en la cogeneración sobre el total de emisiones del sector.

3.7.2 EL SECTOR DE LA PASTA Y EL PAPEL EN CASTILLA Y LEÓN

3.7.2.1 Características diferenciales

En Castilla y León hay siete plantas de producción de papel y cartón y dos de producción de celulosa. Como se puede observar en el gráfico adjunto, en las plantas de la Comunidad Autónoma se genera el 8,7% de la producción nacional de papel y celulosa.

Gráfico 3.47 Distribución de la producción española de papel y celulosa. 2003. (Porcentajes)



Fuente: ASPAPEL (2005b).

Según las Cuentas del Sector Industrial de Castilla y León 2003, el sector "Pasta de papel y papel" presenta las magnitudes reflejadas en el siguiente cuadro, según las cuales en 2003 generó el 1,61% del valor añadido bruto industrial regional y ocupó al 1,65% de los trabajadores de la industria castellano-leonesa.

Cuadro 3.59 Sector Pasta de papel y Papel en Castilla y León

	Miles de euros	% sobre sector industrial Cyl
Producción bruta a salida de fábrica	466.334,39	1,70
Valor añadido bruto	120.748,35	1,61
Importe neto de la cifra de negocios	474.157,82	1,67
Ocupados (número)	2.414	1,65

Fuente: Junta de Castilla y León (2005). Cuentas del Sector Industrial 2003.

Para contextualizar estos datos a escala nacional hemos de utilizar la Contabilidad Regional de España, metodología donde la fabricación de papel está incluida en la rama “Papel, edición y artes gráficas”, que como muestra el siguiente gráfico empleó en 2002 a un total de 9.800 trabajadores y generó un valor añadido bruto de 386 millones de euros. Estas cifras suponen, por término medio para el periodo 1995-2002, el 1,02% del VAB regional total, el 5,71% del VAB industrial de la Comunidad Autónoma, y el 0,88% del empleo total.

Cuadro 3.60 Datos del Sector “Papel, edición y artes gráficas”

	Valor Añadido Bruto a precios básicos (precios corrientes). Miles de euros	Empleo Total. Miles de empleos
1995	234.678	5,9
1996	244.419	7,1
1997	264.997	7,5
1998	278.962	7,6
1999	280.290	7,8
2000	343.888	9,0
2001 ^(P)	366.540	9,2
2002 ^(P)	386.271	9,8

(P) Provisional

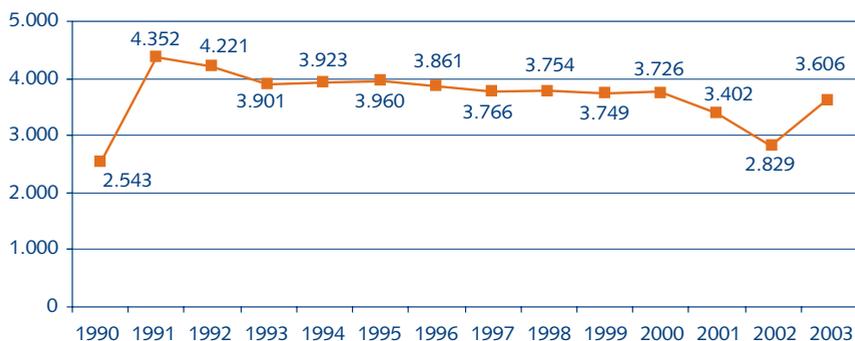
Fuente: INE (2003).

3.7.2.2 Emisiones

Según los datos del Ministerio de Medio Ambiente, las emisiones generadas en actividades de combustión en el sector papelero de Castilla y León, como se aprecia en el gráfico siguiente, muestran una tendencia levemente decreciente y en

2003 ascendían a 3.606 toneladas equivalentes de CO₂. Este volumen de emisiones supone un 0,08% del total de emisiones castellano-leonesas recogidas en el epígrafe 1.A.2 (Industrias manufactureras y de construcción), según la clasificación de actividades IPCC⁹⁰.

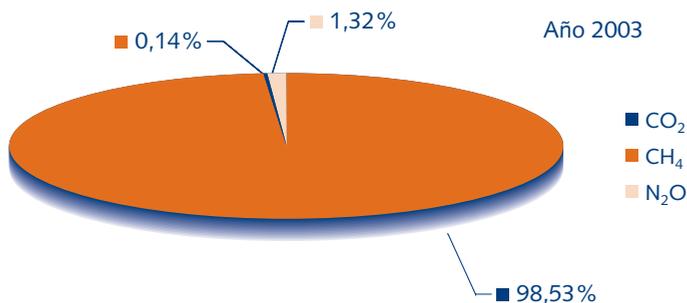
Gráfico 3.48 Emisiones del Sector. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

Por término medio para el periodo considerado, el 98,88% de las emisiones lo fueron de CO₂, el 1,01% de N₂O y un marginal 0,11% de CH₄. La variación de esta distribución ha sido mínima y afecta a una disminución del peso de las emisiones de CO₂ en favor de las de N₂O (que pasan de representar el 0,88% en 1990 al 1,32% en 2003) y CH₄ (que pasan de representar el 0,10% en 1990 al 0,14% en 2003).

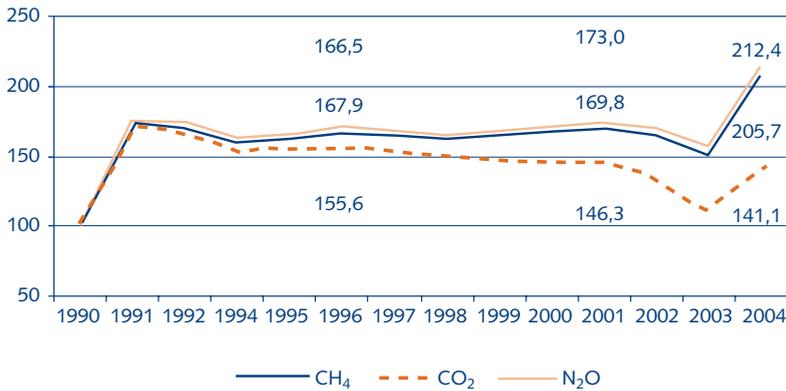
Gráfico 3.49 Distribución por tipo de gas de las emisiones. Pasta y Papel. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

Aún siendo mínimas, las emisiones de CH₄ han aumentado un 105,7% durante el periodo considerado, las de N₂O un 112,4% y las de CO₂ un 41,1%, aunque en seis de los años considerados para los dos primeros gases y en ocho para el tercero, las emisiones disminuyeron con respecto a cada uno de los años anteriores. Realmente, el crecimiento total de las emisiones del periodo se debe a los incrementos registrados en 1991 que superaron el 70% con respecto a 1990, y en 2003, cuando se situaron en torno al 30%.

Gráfico 3.50 Evolución de las emisiones por combustión según tipo de gas. Pasta y Papel. (Números índice. 1990 = 100)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

Este volumen de emisiones supone un 0,08% del total de emisiones recogidas en el epígrafe 1.A.2 (Industrias manufactureras y de construcción), según la clasificación de actividades IPCC.

3.7.3 MARCO EN EL QUE SE DESENVUELVE

3.7.3.1 Marco Normativo

COGENERACIÓN

Dentro del marco normativo en el que se desenvuelve la industria papelera, la norma con un mayor impacto en la reducción de gases GEI, es la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE, por medio de la cual se pretende facilitar la instalación y puesta en marcha de centrales eléctricas de cogeneración.

No obstante, el sector se ve afectado por otras normas medioambientales cuyos objetivos específicos no son las emisiones de GEI, pero que indirectamente les afectan, como por ejemplo, la normativa relacionada con la contaminación, el reciclado o los vertidos.

PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

La Directiva 96/61/CE, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC), fija las medidas para evitar, o al menos reducir las emisiones de las instalaciones industriales más contaminantes, en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidos los residuos. Esta Directiva afecta a las instalaciones industriales destinadas a la fabricación de: a) pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas y b) papel y cartón con una capacidad de producción de más de 20 toneladas diarias. En ella, se establece un procedimiento de solicitud y concesión de modificación de las autorizaciones de explotación de las instalaciones industriales y se establecen las exigencias mínimas que deben incluirse en toda autorización (con respeto a las obligaciones fundamentales, los valores límite de emisión de sustancias contaminantes, el control de vertidos y la reducción al mínimo de la contaminación a gran distancia o fronteriza). Para que las instalaciones existentes puedan cumplir las exigencias de la Directiva, se prevé un período transitorio (30 de octubre de 1999 - 30 de octubre de 2007).

La Decisión de la Comisión de 17 de julio de 2000 se refiere a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva anterior.

Finalmente, la Ley 16/2002 de 1 de julio de Prevención y Control Integrados de la Contaminación transpone al ordenamiento español la Directiva 96/61/CE.

RECICLADO

Para el fomento del reciclado, en el año 1994 la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, la Asociación Nacional de Fabricantes de Pastas y Papel y la Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón formalizaron el Acuerdo Marco para el Fomento de la Recuperación y Reciclaje de los Residuos de Papel y Cartón en España.

VERTIDOS DE AGUAS

El Ministerio de Medio Ambiente y ASPAPEL firmaron en noviembre de 2005 un Acuerdo Voluntario sobre Vertidos de Aguas Residuales de la Industria de Fabricación de Pasta, Papel y Cartón, que reemplaza al anterior firmado en 2000. El sector alcanza el compromiso de que sus vertidos sean progresivamente más limpios y se optimiza un uso más eficiente del recurso agua. Además, promueve la implantación

de las mejores tecnologías disponibles de cara a la aplicación de la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC). El acuerdo tendrá una vigencia de cuatro años y es vinculante para las empresas del sector, que se comprometen a adecuar sus vertidos a los exigentes valores límite de emisión que se establecen y a no emplear cloro molecular (Cl_2) en el blanqueo de la pasta kraft.

3.7.3.2 Medidas y políticas posibles

PROPUESTA MEDIOAMBIENTAL DE ASPAPEL

En el año 2003, en un documento titulado *Contribución inicial del Sector Papelero a la reducción de emisiones de CO_2 en España*, ASPAPEL presentó una propuesta de políticas y medidas para el sector papelero en cuestiones medioambientales, que recoge cuál puede ser la contribución del sector en la mitigación del cambio climático. De forma resumida, estas políticas y medidas son las siguientes:

- Diseñar y poner en práctica un Protocolo para la imputación de las emisiones directas e indirectas (asociadas a actividades eléctricas) aplicable a la Industria Papelera.
- Fomentar la Cogeneración en el Sector Pasta y Papel.
- Diseñar y poner en práctica un Plan Sectorial de Eficiencia Energética 2003-2012 en el Sector Pasta y Papel.
- Diseñar y poner en práctica un Plan de Sustitución de Combustibles periodo 2003-2012 en el sector Pasta y Papel.
- Elevar la tasa de recuperación y reciclaje del papel en España.
- Fomentar los sumideros forestales sostenibles de crecimiento rápido ligados a la industria de la Pasta y Papel.

Según la Asociación, estas medidas contribuirían a la reducción de las emisiones con origen en la actividad papelera en sus propias instalaciones (directas) así como en otros emplazamientos (indirectas) debido a la sustitución de formas de generación de energía más emisoras. En cualquier caso, advierte la Asociación, se trataría de potencialidades cuya materialización dependería del grado en que se implantaran los instrumentos propuestos y del nivel de desarrollo de los incentivos necesarios.

Asimismo, ASPAPEL considera que los mayores riesgos de incremento de emisiones reales en el sector se relacionan con el traspaso de consumos térmicos a eléctricos o con el cierre de las plantas de cogeneración (si no se toman las medidas adecuadas para su desarrollo y adecuada imputación de emisiones) en función del marco económico que resulte más favorable para el mantenimiento de la rentabilidad del sector en relación con sus costes energéticos.

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES EN LA INDUSTRIA DE PASTA Y PAPEL

La oficina Europea de IPCC ha elaborado el Documento de Referencia Europeo de las Mejores Técnicas Disponibles (BREF) en la industria de pasta y papel⁹¹, donde, tras un análisis del sector, se abordan, en primer lugar la aplicación de diversos procesos y técnicas y, posteriormente, las principales preocupaciones medioambientales que atañen al sector (como la demanda de materias primas y energía, las emisiones o los residuos). Puesto que el documento no se refiere únicamente a los aspectos relacionados con la emisión de gases GEI, en él se describen técnicas relevantes para la reducción de emisiones de gases en general, para la minimización de los residuos y para el ahorro de energía, identificando al tiempo las mejores técnicas disponibles en la actualidad y sobre las que se está investigando. En cuanto a la mejora de resultados económicos y reducción de consumo energético y emisiones, las medidas más efectivas de manera común a todos los procesos analizados son la formación y motivación de los trabajadores, la optimización del control de procesos, el mantenimiento adecuado de la maquinaria y la puesta en práctica de un sistema de gestión medioambiental.

3.7.4 INSTALACIONES AFECTADAS POR EL PLAN NACIONAL DE ASIGNACIÓN

Según se recoge en el texto del propio Plan Nacional de Asignación, para calcular los derechos asignados al Sector de pasta y papel se ha tenido en consideración que las expectativas de crecimiento de la demanda y producción de pasta y papel son elevadas (un 109% en el periodo 1990-2010 y un 52% en el periodo 2001-2012), que se pondrán en marcha al menos 5 nuevas fábricas en el bienio 2006-2007 y que el sector ha puesto en práctica diversas medidas para incrementar el uso de combustibles renovables, fomentar la cogeneración y mejorar su eficiencia energética (mediante mejoras del rendimiento de los procesos y la renovación de equipos). Por ello, el Plan prevé un aumento de las emisiones totales que sería parcialmente compensado por las mejoras en la eficiencia energética, el cambio de combustibles y la mayor penetración de la cogeneración en el sector⁹². Y finalmente, se han estipulado unos derechos totales de emisión para el sector papelero nacional en 5,29 millones de toneladas de CO₂ anuales.

De las 62 instalaciones castellano-leonesas incluidas en el Plan Nacional de Asignación seis corresponden al sector fabricante de Pasta y Papel (código CNAE 211): Rottneros Miranda y Papeleras del Arlanzón en Burgos; Kimberly Clark, en Salamanca; Multienergías AIE⁹³ en Palencia; Reno de Medici Ibérica en Soria y Smurfit España en Valladolid.

Como podemos observar en el siguiente cuadro, las instalaciones citadas disponen de unos derechos de emisión de 257.554 toneladas de CO₂ anuales, que suponen el 4,87% de los asignados a la industria española de papel y cartón y el 1,61% de los

asignados al total de instalaciones afectadas de Castilla y León (en cómputo total para los tres años).

Cuadro 3.61 Derechos de emisión asignados. Sector Pasta y Papel.
(Toneladas de CO₂)

	2005	2006	2007
Rottneros Miranda	59.507	59.507	59.507
Reno de Medici Iberica	9.858	9.858	9.858
Kimberly Clark	20.324	20.324	20.324
Papeleras del Arlanzón	20.491	20.491	20.491
Smurfit España	51.200	51.200	51.200
Multienergías	96.174	96.174	96.174
Total Sector Castilla y León	257.554	257.554	257.554
Total Castilla y León	17.294.327	16.102.415	14.629.356
Total Sector España	5.288.493	5.288.493	5.288.493

Fuente: Plan Nacional de Asignación.

Es necesario hacer notar que ASPAPEL, en representación del sector, ha defendido intensamente sus reivindicaciones sobre la imputación de emisiones al sector. Frente a la práctica de calcular la evolución de las emisiones totales teniendo en cuenta sólo las directas, es decir, aquéllas debidas al consumo de combustible total (incluido el de las plantas de cogeneración), el sector manifiesta la necesidad de considerar también las indirectas, que en muchos casos serían negativas y que incluyen aquéllas generadas en otros emplazamientos como consecuencia de las necesidades de electricidad del sector (emisiones indirectas por consumos eléctricos de la red, emisiones evitadas por pérdidas de distribución eléctrica y emisiones indirectas evitadas por autoconsumo de electricidad. Si se utilizara este segundo método, según ASPAPEL las emisiones del sector habrían disminuido un 30% con respecto a las de 1990.

Para las empresas del sector esta discusión es crucial si tenemos en cuenta la elevada tasa de implantación de plantas de cogeneración en el sector. Si una planta de pasta o papel no dispone de cogeneración y se abastece eléctricamente de la red, si se computan únicamente las emisiones directas (*in situ*) de la planta, solamente se estarán considerando aquellas emisiones relacionadas con su consumo térmico. Por el contrario, si una fábrica dispone de una cogeneración interconectada y se computan sus emisiones directas, no sólo se estarán considerando las emisiones ligadas a su autoconsumo de electricidad y vapor, sino también aquellas emisiones ligadas a la electricidad que dicha planta exporta. Para ASPAPEL, resulta evidente que la coge-

neración es una potente y efectiva forma de disminuir las emisiones de CO₂, siempre y cuando las imputaciones de dichas emisiones se realicen correctamente mediante la imputación no sólo de las emisiones directas sino de las indirectas asociadas a la actividad eléctrica.

El sector papelero, a través de ASPAPEL, también muestra su preocupación por la relación entre factores de escala y el comercio de emisiones. Según han hecho público, habida cuenta de que pese al importante proceso de concentración de la producción acaecido, el tamaño medio de las plantas españolas es comparativamente más pequeño que el de la competencia europea y global, el sector español sería especialmente sensible ante distorsiones económicas que pudieran derivarse del comercio de emisiones, puesto que a mayor tamaño del centro productivo se asocia una mayor eficiencia energética por razones intrínsecas a los procesos de fabricación y adicionalmente, de acceso a tecnologías muy intensivas en capital.

La mayoría de las plantas afectadas por el PNA en Castilla y León pertenecen a grandes grupos transnacionales. Para contribuir al conocimiento de las características de estas empresas, en el siguiente cuadro podemos apreciar algunos datos sobre esas plantas (cuando fue posible conseguir datos desagregados) o sobre la totalidad del grupo empresarial al que pertenecen. A continuación ofrecemos una breve reseña sobre cada una de las empresas propietarias de las plantas afectadas.

Cuadro 3.62 Magnitudes financieras y empleo. Pasta y Papel

	Millones de euros						Número	
	Ventas		Beneficios		Fondos propios		Empleados	
	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002
Rottneros Miranda	58,3	61,76	-0,37	4,14	32,52	36,91	168	172
Reno de Medici Iberica	74,34	n.d.	-49,07	n.d.	89,21	n.d.	89	n.d.
Kimberly Clark	168,34	150,19	12,19	12,38	53,09	40,9	810	830
Papeleras del Arlanzón	9,03	9,96	0,19	0,6	4,05	4,03	31	30
Smurfit España	41,79	41,97	-0,64	0,01	6,6	7,25	233	225
Europac	193,34	172,9	14,19	13,65	163,22	130,95	175	

Nota: Las cifras en naranja corresponden a datos de la actividad del grupo en España y no únicamente a la planta situada en Castilla y León.

Fuente: Bases de datos SABI y FOMENTO (2005).

Kimberly Clark, de capital estadounidense dispone de plantas de producción en 37 países. En España se localizan cinco de ellas, ubicadas en Aranguren (Vizcaya),

Arceniega (Álava), Calatayud (Zaragoza), Salamanca y Telde (Comunidad Canaria). Los datos reflejados en el cuadro corresponden a estas cinco instalaciones y no sólo a la salmantina.

Reno de Medici (grupo de capital italiano), dispone de dos plantas en España: una situada en Almazán (Soria) y otra en El Prat de Llobregat (Barcelona), resultado de su fusión con el grupo Sarrio (1998). La planta de Almazán emplea a 89 personas y tiene una capacidad de producción de 33.000 toneladas anuales.

Smurfit, actualmente de capital estadounidense (aunque tradicionalmente irlandés), dispone de 306 plantas productivas repartidas en 27 países. Controla el 15% del mercado europeo de papel y cartón. El grupo inició su actividad en España en 1987, con la adquisición de las fábricas de Container Corporation of America en Holanda, España e Italia. Al año siguiente compró Industrial Cartonera, S.A. y en 2003 finalizó la adquisición de Papelera Navarra. Smurfit España y Portugal cuenta, actualmente, con 11 plantas de cartón ondulado (una ubicada en Burgos), dos plantas manipuladoras, cinco plantas productoras de papel (una ubicada en Valladolid) y cinco plantas de sacos de Papel.

Papeleras del Arlanzón únicamente dispone de la planta burgalesa y su capital es nacional.

Multienergías pertenece al Grupo Europac, de capital nacional. En Dueñas (Palencia), Europac dispone de dos plantas productivas: Europac Dueñas Papel, fabricante de bobinas de papel para cartón ondulado a base de fibras recicladas (175 empleados) y Trasloga S.L., fabricante de cajas y plancha de cartón ondulado (123 empleados).

El grupo sueco Rottneros emplea a 835 personas, la mayoría de ellas en Suecia y España, donde se ubican sus plantas de producción de pulpa. La planta de Miranda de Ebro (Burgos) es la única ubicada en el extranjero y tiene una capacidad de producción anual que ronda las 149.000 toneladas al año; en 2004 funcionó al 99,6%.

Según recogen en su página web, para este grupo sueco, la asignación de derechos de emisión en España iguala sus emisiones medias del periodo 1998-2001, y dado que han realizado importantes inversiones para reducir la utilización de combustibles fósiles y mejorar la eficiencia de los procesos, esperan contar con un superávit de derechos de emisión que venderán en el mercado. Algunos datos medioambientales de su planta burgalesa y del total del grupo se recogen en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.63 Rottneros. Consumo de energía (GWh)

	Miranda	Total grupo
Biocombustible (inca. licor negro)	510	2.389
Combustibles fósiles	227	390
Total energía (excl. electricidad)	737	2.779
Proporción de biocombustible (%)	69	86
Electricidad generada	55	173
Electricidad comprada	27	637
Electricidad total	82	810
Proporción producida en planta (%)	67	21

Fuente: www.rottneros.es

Cuadro 3.64 Rottneros. Emisiones de CO₂ (Tn anuales)

	Miranda	Total grupo
Combustibles fósiles	61.657	104.947
Biocombustibles	150.861	990.867
Proporción de biocombustible (%)	71	90

Fuente: www.rottneros.es

De todas las plantas castellano-leonesas de fabricación de pasta y papel, únicamente ésta y la perteneciente a Europac se han visto obligadas a notificar datos de emisiones contaminantes a EPER-España; datos que se recogen en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.65 Emisiones al aire (t/año)

	Rottneros Miranda			Europac Dueñas		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
NO ₂	146,0	138,0	116,0		283,0	288,0
PM10	68,1	265,0	163,0			
NM VOC		162,0	161,0			

Fuente: EPER-España.

Notas

¹⁰ Tal como quedan las asignaciones en el Real Decreto 60/2005, de 21 de enero, por el que se aprueba el PNA 2005-2007.

¹¹ Tomamos en este sentido la clasificación que de las fuentes de energía hace la Agencia Internacional de la Energía. No obstante la propia AIE recoge, en algunos de sus documentos sobre la energía, la existencia de diferentes criterios a la hora de hablar de las diferentes fuentes de energía.

¹² El libro *Energy Indicators For Sustainable Development: Guidelines And Methodologies* puede ser considerado un buen ejemplo de las posibilidades metodológicas que han de ser consideradas para la elaboración de indicadores energéticos adecuados.

¹³ Por parte de organismos internacionales como Naciones Unidas, la Agencia Internacional de la Energía, el Consejo Mundial de la energía, el Instituto Mundial del Carbón, la OCDE y la propia Unión Europea.

¹⁴ Informes elaborados por la Agencia Internacional de la Energía, Naciones Unidas y la Agencia Europea convergen en sus valoraciones al señalar las conclusiones que aquí reflejamos. En este caso, nos hemos apoyado en las reflejadas por la AIE (dependiente de la OCDE) en su libro *Beyond Kyoto: Energy dynamics and climate stabilization*.

¹⁵ EE/FSU Hace referencia a Eastern Economies (EE) y Former Sovietic Union (FSU) analizadas en el estudio citado de manera separada a las denominadas economías de los países industrializados y en vías de desarrollo.

¹⁶ CECA Comunidad Europea del Carbón y del Acero.

¹⁷ De hecho, en el propio texto del Tratado CECA se contemplan medidas de ayuda para la reconversión en previsión de la pérdida de competitividad que su progresivo agotamiento pondría de manifiesto en el futuro.

¹⁸ En opinión de autores como J. M^a. Marín e J. E. Iranzo, entre otros, España ha adolecido de una política energética clara y definida durante años.

¹⁹ Esto puede comprobarse a través del estudio de los contenidos de los diferentes Planes Energéticos Nacionales (los ha habido en 1975, 1978, 1983, 1991 y el actual 2002-2012) en los que el escenario macroeconómico sobre el que se realizaban las previsiones estaban claramente alejadas de una economía real y en los que además se reflejaba el compromiso de cumplir con objetivos que nunca se alcanzaban.

²⁰ Esto es la opinión que el IDAE refleja como causa explicativa en sus informes.

²¹ Como resultado de la aprobación de una Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, que ha sido concretada en el Plan de Acción 2005-2007, aprobado en Julio de 2005.

²² Dirección General de Política Energética y Minas (2004).

²³ Aunque no es posible facilitar datos oficiales para el año 2004, el bajo índice de pluviosidad registrado a lo largo del año 2005, permite augurar un descenso en la contribución de la gran hidráulica a la producción de electricidad de 2005.

²⁴ En estos momentos, al finalizar 2005 y a punto de extinguirse el Plan 1998-2005, los sindicatos siguen negociando con el Ministerio de Industria el nuevo Plan del Carbón.

²⁵ Nos referimos al de Ayoluengo.

²⁶ A lo largo de este año 2005 han sido numerosas las voces, tanto a nivel mundial, europeo y español, de responsables y ex-responsables políticos y de agentes sociales, que han propuesto un replanteamiento de la necesidad de la energía nuclear desde la nueva perspectiva de la lucha contra el Cambio Climático. Las organizaciones ecologistas se siguen oponiendo a ella. Países como EE.UU. o China han anunciado la construcción de un número importante de centrales.

²⁷ El año 2000 resulta especialmente significativo ya que se pasó, según datos de, EREN, de una producción de 6.844 tep a 40.608 tep es decir un incremento del 493,33%.

²⁸ Se incluyen en este concepto los cuatro consumos de energía final de los que se dispone de información y que llegan hasta el año 2003. No existe información disponible de los consumos finales de biomasa en usos térmicos.

²⁹ Nos referimos a los planes de incentivo de la energías renovables puestos en marcha tanto en el seno de la Comisión Europea, a nivel comunitario, como al Plan de Fomento de las Energías Renovables y el Plan de Energías Renovables puestos en marcha por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energéticos (IDAE)

³⁰ El año 2003 es el último de los que suministró información el MMA. Respecto al dato de partida, se ha escogido el año 1992 (aunque hemos elaborado datos desde 1990) con objeto de facilitar la comparación con los datos de la estimación propia que se verá a continuación, porque, como se explicará más adelante, ésta sólo pudo hacerse para esa fecha, puesto que fue imposible encontrar para momentos anteriores la información necesaria para realizarla.

³¹ No olvidemos que los datos estadísticos disponibles arrancan en 1992 inclusive, no siendo posible disponer de datos anteriores a este año.

³² COM(1997) 196 Final.

³³ Ob. Cit. Pág 4.

³⁴ Otras hipótesis como PRIMES O BATCH trabajaban con la inclusión dentro de sus hipótesis de nuevas medidas y políticas que permitiesen reducir en un 10% las emisiones de CO2 en el año 2010 con respecto a los niveles de 1990.

³⁵ El cambio Climático. Estrategia de la Unión europea ante la Conferencia de Kyoto.

³⁶ COM (1998) 353.

³⁷ Así queda reflejado en el documento COM (1999) 230 Final, pág 8.

³⁸ Conclusiones del Consejo de Ministros de 17 de Junio de 1998.

³⁹ COM (2000) 769 final.

⁴⁰ Si bien los productos energéticos constituyen la mayor parte de los ingresos fiscales energéticos de los Estados miembros, en opinión de la Comisión, esta presión fiscal se ejerce de manera desordenada según los productos energéticos y los Estados miembros.

⁴¹ COM (2000) 88 final.

⁴² Ob. Cit pág 4.

⁴³ COM (2001) 580 final.

- ⁴⁴ Ob. Cit, pág 9.
- ⁴⁵ COM (2001) 226 final.
- ⁴⁶ COM (2000) 88 final, pág 3.
- ⁴⁷ COM (2000) 769 final, pág 10.
- ^{48a} Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2005a).
- ^{48b} Consejería de Economía y Hacienda (1995), pág 163.
- ⁴⁹ Consejería de Economía y Hacienda (1995).
- ⁵⁰ A partir de este momento utilizaremos la denominación de RES (Renewable Energy Sources)
- ⁵¹ COM(1997) 599 final: Libro Blanco para una estrategia y un plan de acción comunitarios.
- ⁵² Ambos modelos han sido fruto de trabajos financiados al amparo de las ayudas en I+D+i comunitarias.
- ⁵³ Con la publicación del Libro Blanco: "Una política energética para la Unión Europea". COM(1995) 682 final.
- ⁵⁴ Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2005b).
- ⁵⁵ Esta diferenciación se hace a nivel de la dirección General de Política Energética y Minas y el IDAE.
- ⁵⁶ MAPA (2004 b).
- ⁵⁷ No olvidemos la importante iniciativa llevada a cabo por el Ayuntamiento de Cuéllar considerada uno de los referentes a nivel nacional de proyectos de biomasa.
- ⁵⁸ Nos referimos al cultivo del cardo, el sorgo y la colza etíope principalmente.
- ⁵⁹ Tratamiento de aguas residuales, residuos ganaderos, residuos industriales, gas de vertederos.
- ⁶⁰ Plan de Fomento de las Energías Renovables 2005-2010.
- ⁶¹ Con motivo de la celebración en León, en octubre de 2005, de la Jornada "Los biocombustibles en Castilla y León", organizada por el EREN, el Viceconsejero de Economía anunció la puesta en marcha en los próximos meses de tres proyectos para producir bioetanol, cuya construcción está muy avanzada: la planta que Abengoa construye en Babilafuente (Salamanca) y las que se levantan en las localidades zamoranas de Barcial del Barco y San Cristóbal de Entreviñas. Anunció también que existen proyectos para abrir plantas en Burgos, León, Soria y Valladolid.
- ⁶² A modo de ejemplo, puede citarse el enorme interés y las expectativas que han despertado en los últimos meses los biocarburantes como alternativa a los problemas de los cultivos tradicionales, en la provincia de León.
- ⁶³ Recordemos que la cogeneración es una tecnología que favorece un aprovechamiento más eficiente de la energía pero no está exenta de emisiones contaminantes dependiendo estas últimas de la mezcla de combustibles utilizados.
- ⁶⁴ Ministerio de Medio Ambiente (2003a).
- ⁶⁵ Ministerio de Medio Ambiente (2003a).
- ⁶⁶ Todas estas magnitudes corresponden al total del grupo empresarial y no a la actividad específica de la correspondiente planta situada en Castilla y León.
- ⁶⁷ Desde 2005 esta planta utiliza proceso de vía seca.
- ⁶⁸ En el anexo se muestran los cuadros con las emisiones provincializadas.
- ⁶⁹ Este Decreto desarrolla la ley 38/1972, de Protección del Medio Ambiente Atmosférico, y está parcialmente modificado por el Real Decreto 1613/1985.
- ⁷⁰ Ministerio de Medio Ambiente y Oficemen (2001).
- ⁷¹ CONSEJO NACIONAL DEL CLIMA (2003).

⁷² Ministerio de Medio Ambiente (2003a).

⁷³ Ministerio de Medio Ambiente (2003a).

⁷⁴ Oficemen.

⁷⁵ Equivalentes aproximadamente a la facturación de tres años. Ministerio de Medio Ambiente (2003a).

⁷⁶ WWF, Greenpeace, Ecologistas en Acción y Amigos de la Tierra (2002) Aunque estas críticas se refieren al primer borrador de la estrategia, en el tercer borrado (diciembre de 2003) no se cambian las propuestas referidas al sector y por tanto las críticas siguen siendo válidas.

⁷⁷ Ministerio de Medio Ambiente (2004a).

⁷⁸ Plan Nacional de Asignación.

⁷⁹ Datos de ANFEVI.

⁸⁰ La FEVE es la entidad que agrupa a los fabricantes de botellas y tarros pertenecientes a 17 países europeos, con un total de 136 fábricas.

⁸¹ Canal de hostelería, restauración y catering.

⁸² Ministerio de Medio Ambiente (2004a).

⁸³ En la Guía de MTD se describen exhaustivamente las ventajas, las desventajas y las limitaciones de cada una de las técnicas de fusión.

⁸⁴ Como es conocido, en el EPER no sólo se registran datos de GEI, por lo que pueden aparecer cifras relativas a otro tipo de emisiones.

⁸⁵ Consejo Nacional del Clima (2003), pág. XIV.

⁸⁶ WWF, Greenpeace, Ecologistas en Acción y Amigos de la Tierra (2002), pág. 27. Aunque estas críticas se refieren al primer borrador de la estrategia, en el tercer borrado (diciembre de 2003) no se cambian las propuestas referidas al sector y por tanto las críticas siguen siendo válidas.

⁸⁷ Las 61 empresas asociadas en ASPAPEL suponen el 75% de la producción del sector en España. De las seis empresas afectadas por el PNA en Castilla y León, cuatro (Smurfit, Europac, Reno de Medici y Rottneros Miranda) pertenecen a la Asociación.

⁸⁸ La Asociación de Fabricantes estima que en España, en 1991, por término medio eran necesarios 9,9 GJ para producir una tonelada de producto (consumo unitario térmico + eléctrico neto), mientras que en 2000 eran necesarios 8,6 GJ/t, lo cual supone una mejora de eficiencia energética del más del 13%.

⁸⁹ ASPAPEL (2003a).

⁹⁰ En este registro de emisiones no aparece recogida ninguna emisión generada en el proceso de fabricación, es decir, no relacionada con actividades de combustión (actividades 04 06 01 a 04 06 04 en clasificación SNAP).

⁹¹ No se recogen porque en los datos del Ministerio las celdas están vacías.

⁹² COMISIÓN EUROPEA (2000).

⁹³ PNA, pag. 37.

⁹⁴ Multienergías AIE es la empresa de Europac para la producción de energía y se encuentra en proceso de liquidación.



4. Castilla y León y Los Sumideros de Carbono

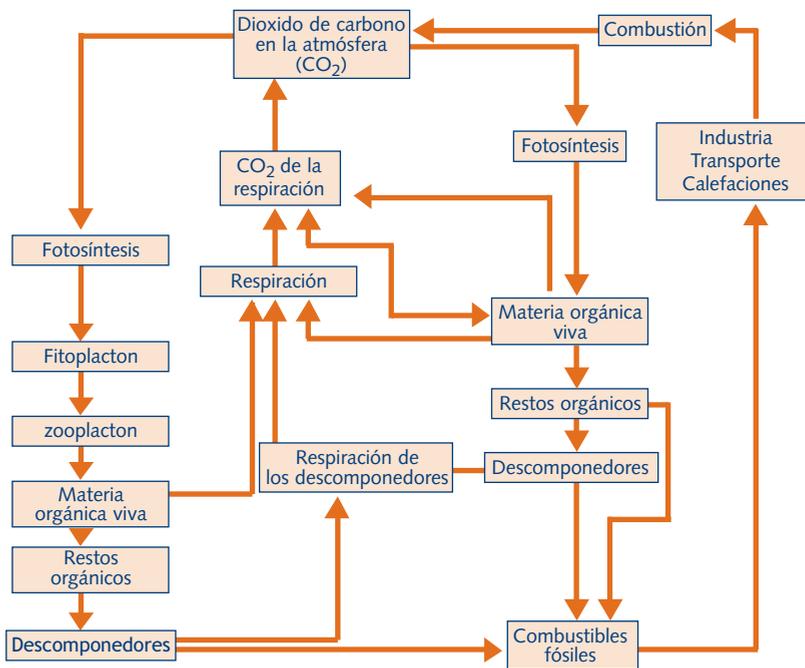
4.1 Consideraciones previas

El dióxido de carbono es el más importante de los seis tipos de gases definidos en el Protocolo de Kioto como de efecto invernadero, debido al volumen producido cada año y al tiempo de resistencia del gas en la atmósfera. El CO₂ representa aproximadamente el 55 por ciento de los gases de efecto invernadero emitidos en el planeta^{95a} y su resistencia en la atmósfera es superior a 100 años.

Ante esta situación, y teniendo en cuenta que la principal fuente antropogénica de emisión de CO₂ es la quema de combustibles fósiles (80% de las emisiones de este gas)⁹⁴, la única solución efectiva a largo plazo contra el calentamiento global es proceder a una reducción importante de las emisiones, principalmente de las originadas por el suministro y uso de combustibles fósiles. Pero una reducción drástica de las emisiones tendría importantes efectos negativos sobre la actividad económica de los países desarrollados, por lo que en el Protocolo de Kioto se estableció un objetivo tímido: que en el periodo comprendido entre 2008 y 2012 las emisiones se hayan reducido en al menos un 5 por ciento respecto del nivel existente en 1990. Esta reducción es pequeña, se permite conseguir al menor coste (reduciendo las emisiones en las fuentes y lugares con menor coste) y, además, se considera en términos netos, ya que se puede alcanzar el objetivo a través de una menor emisión y, simultáneamente, mediante la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero, tal como contempla el artículo 3.3 del Protocolo.

Aunque es frecuente identificar los sumideros con árboles y bosques que absorben el dióxido de carbono de la atmósfera terrestre, el concepto es más amplio: se entiende por sumidero "cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera" (Naciones Unidas, 1992). Los elementos capaces de generar este flujo de carbono desde la atmósfera son el suelo, los océanos y los bosques (ver figura 4.1); pero la fijación de carbono por parte de los océanos, además de ser difícil de contabilizar^{95b}, no depende directamente de la actividad humana, por lo que el Protocolo de Kioto considera como sumideros, a tener en cuenta en las variaciones de emisiones, las actividades de uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura; son las conocidas como actividades LULUCF (Land-Use, Land-Use Change and Forestry).

Figura 4.1 Ciclo del carbono



Fuente: Echarri (1998).

La cantidad de carbono almacenado en los bosques mundiales, entre la vegetación y el suelo, se estima en torno a 1.000 Pg de C (10^{15} g). Según un estudio de la US Environmental Protection Agency⁹⁶ el carbono acumulado ascendería a 830 Pg y según el IPCC 1994⁹⁷ alcanzaría 1.146 Pg. La cantidad que se intercambia anualmente entre la vegetación y los suelos con la atmósfera se estima en 125.000 toneladas, lo que equivale a los dos quintos del intercambio total de carbono entre la tierra y la atmósfera. El 80 por 100 de esos dos quintos de los intercambios se producen en los bosques (FAO, 2001a), por lo que los bosques son responsables de un tercio aproximadamente de los intercambios totales de carbono entre la tierra y la atmósfera.

Los bosques y las plantas, y en general las formaciones vegetales, actúan como sumideros a través de su función vital principal: la fotosíntesis. Mediante la fotosíntesis los vegetales captan CO₂ de la atmósfera o el que se encuentra disuelto en el agua y, con la ayuda de la luz solar, lo utilizan en la elaboración de moléculas sencillas de azúcares que acumulan en la biomasa (tronco, ramas, corteza, hojas

y raíces) y en el suelo (mediante su aporte orgánico). Las plantas, al mismo tiempo que absorben CO₂ a través de la fotosíntesis, también lo emiten mediante su respiración, pero en menor cantidad, por lo que el saldo neto de emisión es negativo, contribuyendo así a la reducción de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera a través de los denominados reservorios de carbono.

El almacenamiento de carbono por parte de los árboles no es uniforme a lo largo de su vida, sino que está en relación directa con su crecimiento: dado que aproximadamente el 50 por ciento de la biomasa está formada por carbono (Foro de Bosques y Cambio Climático, 2004), cuando el árbol o la masa forestal alcanza la plenitud, los incrementos adicionales de biomasa son menores que en la época de crecimiento y, en consecuencia, la absorción de carbono también es menor⁹⁸. Por esta razón, las actividades contempladas en el artículo 3.3 del Protocolo de Kioto y sobre las que las Partes tienen la obligación de informar son las de forestación, reforestación y deforestación, quedando otras actividades como la gestión de los bosques con carácter adicional y voluntario. No se contempla de forma expresa el mantenimiento de los bosques envejecidos que, para algunos autores (nota 4) retienen más carbono que las plantaciones.

Sin embargo es preciso matizar que el almacenamiento del carbono en los bosques tiene un carácter temporal, ya que el CO₂ almacenado en la biomasa vuelve a la atmósfera con la deforestación. Este hecho, unido a las incertidumbres y a la falta de conocimiento sobre el funcionamiento de los propios sumideros ha propiciado numerosos estudios que ponen en duda la infalibilidad de los sumideros como herramienta para reducir la concentración de CO₂ en la atmósfera⁹⁹.

La temporalidad ligada a la deforestación es muy distinta según el origen de dicha deforestación, pudiendo distinguir dos grandes causas: los incendios forestales y la tala de árboles y bosques. Los incendios forestales, a través de la combustión de la biomasa, devuelven a la atmósfera de forma instantánea el carbono que el bosque tardó muchos años en acumular; por esta razón, los incendios forestales están considerados como una importante fuente de emisión y pueden contrarrestar el papel de sumidero de los bosque, hasta convertir al sector forestal no solo en no mitigador de los gases de efecto invernadero, sino en emisor neto.

La tala del bosque tiene repercusiones muy diferentes a las de los incendios en cuanto a almacenamiento de carbono. En el caso de la tala es preciso considerar el destino de la madera procedente de la deforestación, siendo muy distintas las repercusiones en términos de emisiones de CO₂. Aunque el abanico de opciones es muy amplio y cada uno de los usos alternativos contribuye de forma diferente al intercambio de carbono con la atmósfera, consideraremos únicamente las dos opciones más importantes y que están ligadas al motivo de la tala: la quema in situ y el aprovechamiento de la madera.

Cuando la deforestación se produce por la tala del bosque con el objeto de liberar tierras para usos agrícolas, toda o gran parte de la biomasa de ese bosque se quema en el mismo lugar, pues su escaso valor y los altos costes del transporte convierten su aprovechamiento en una actividad no rentable; en este caso, el efecto sobre la concentración de CO₂ en la atmósfera es tanto o más negativo que el producido por los incendios forestales.

Otra cuestión muy distinta es la tala para el aprovechamiento de la madera. Si los árboles se transforman en madera para la fabricación de muebles y objetos ornamentales o para la construcción, la deforestación no supone una liberación del carbono almacenado, sino que sigue fijado en los productos derivados del bosque durante su ciclo de vida, que puede ser de varias décadas o incluso siglos (ver cuadro 4.1). Si la madera talada se utiliza para fabricar papel o cartón o, incluso si se deposita en un vertedero como desecho o se abandona para su descomposición, el carbono permanece almacenado durante un periodo que puede oscilar de meses a décadas o se transfiere al suelo.

Cuadro 4.1 Usos de la biomasa y almacenamiento de carbono

"Almacén"	Fracción	Ejemplos	Tiempo medio de permanencia
Biomasa	Leñosa	Fustas, ramas,...	de décadas a siglos
	No-leñosa	Biomasa foliar,...	de meses a años
Suelo	Litter	Hojarasca, restos de corta	de meses a años
	M.O. Activa	Litter parcialmente descompuesto, carbono en agregados	de años a décadas
	M.O. Estable	M.O. estabilizada por arcillas, carbono recalcitrante, turba	de siglos a milenios
Productos	Transformados de madera	Construcción, muebles,...	de décadas a siglos
	Papel, textil	Papel, cartón, fibras textiles	de meses a décadas
	Desecho	Madera en vertedero	de meses a décadas
	Biocombustible	Leña, restos de corta, subproductos	de semanas a meses

Fuente: *Gutiérrez del Olmo (2004)*.

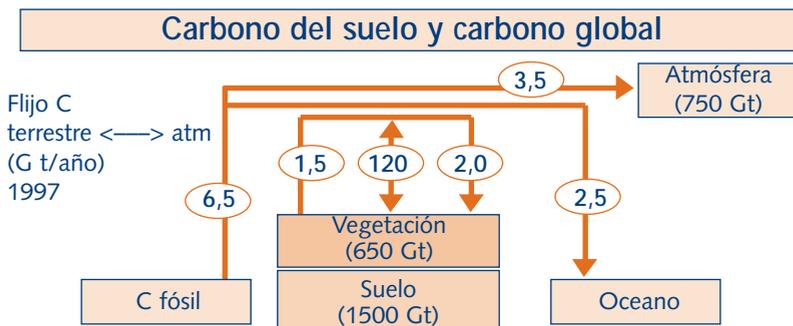
Otra forma importante de reducir las emisiones consiste en utilizar la madera para sustituir otros productos fabricados con materias primas procedentes de recursos no renovables, por ejemplo, en el caso de la fabricación de suelos, la emisiones

asociadas a la fabricación de parquet de madera solo suponen un 25% de las asociadas a la fabricación de losetas cerámicas (Gutiérrez del Olmo, 2004). Incluso si parte de esa madera (leña, subproductos) es utilizada como biocombustible, aunque el carbono es devuelto a la atmósfera en un corto periodo de tiempo, está contribuyendo a la reducción de GEI por cuanto ese combustible utiliza un carbono previamente almacenado por el bosque, en sustitución del carbono procedente de los combustibles fósiles que llevaba siglos o milenios almacenado; en consecuencia, la utilización de madera como biocombustible devuelve a la atmósfera el carbono previamente retirado, pero no añade más, por lo que también contribuye a la reducción de CO₂ presente en la atmósfera.

En consecuencia, los distintos usos de la madera, aunque no sean considerados como sumideros de carbono, al menos en el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto, constituyen una importante fuente de almacenamiento o de reducción de emisiones (biocombustibles) a tener en cuenta a la hora de implementar las correspondientes políticas.

Pero la mayor parte del carbono almacenado por los bosques se encuentra en los suelos: según distintas fuentes, el suelo de los bosques almacena entre 1,5 (US Environmental Protection Agency) y 2,5 (IPCC 1994) veces más carbono que la vegetación. Según el documento de la FAO *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra* (FAO 2002), el carbono orgánico del suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera y se estima en cerca de 1.500 Pg¹⁰⁰ carbono a 1 m de profundidad (cerca de 2.456 a dos metros de profundidad). La vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) almacenan considerablemente menos cantidades que los suelos. En la figura 4.2 se muestran los flujos del carbono.

Figura 4.2 Flujos entre el carbono orgánico del suelo y la atmósfera



Fuente: FAO (2002)

El amplio rango entre las distintas estimaciones pone de manifiesto que se trata solo de aproximaciones: la mayoría de los autores coinciden en la dificultad de medir el carbono del suelo debido a la enorme variabilidad espacial, que implicaría tener un conocimiento exacto de los datos químicos de los suelos, y a que los conocimientos actuales sobre los procesos del carbono en el suelo son incompletos; sería necesario utilizar un gran número de parcelas de ensayo durante largos periodos para detectar los cambios o recurrir a métodos de análisis químico de alto coste, como el del carbono 14 (Jandl, 2001)

El almacenamiento del carbono en el suelo se produce a través de la formación y descomposición de la materia orgánica. La hojarasca, pequeñas ramas y restos de cortas se depositan en el suelo y se van descomponiendo, formando la materia orgánica activa que, en función del tipo de suelo, la cantidad de agua y de otros nutrientes se irá convirtiendo en materia orgánica estable, capaz de almacenar el carbono durante milenios. De esta forma, los suelos constituyen un sumidero permanente, frente a la biomasa forestal que tiene un carácter temporal.

Muy relacionado con el papel del suelo está el que desempeñan las especies vegetales no arbóreas y, concretamente, las praderas. Las plantas de las praderas son herbáceas, no leñosas, por lo que toda su superficie puede realizar la fotosíntesis, convirtiendo a este tipo de plantas en importantes consumidoras de carbono; aunque una parte de ese carbono sea devuelto a la atmósfera a través de la respiración, el resto es almacenado en la planta y, cuando ésta muere, entra en el suelo donde es almacenado.

Lógicamente, el tema es complejo, porque si el pasto es aprovechado por el ganado puede dar lugar a la emisión de otros gases como el metano producido por la fermentación entérica; aun así, los pastos están considerados como importantes sumideros de carbono: Houghton (1995) estimó que el contenido de carbono en la vegetación y el suelo de las praderas tropicales era de 16 y 48 toneladas por hectárea respectivamente; Fisher et al. (1998) consideraron que los valores de Houghton eran 1,5 y 5 veces menos que las cantidades de carbono que ellos midieron en el suelo a un metro de profundidad¹⁰¹. Según Minami et al. (1993)¹⁰² los pastos contienen aproximadamente el 30% del aporte global del carbono orgánico del suelo.

Los datos anteriores muestran el importante papel que desempeñan los pastos, pero éstos no son los únicos aprovechamientos agrícolas que contribuyen a la reducción del CO₂ atmosférico: en general todos los cultivos, por realizar la fotosíntesis, absorben dióxido de carbono y, en consecuencia podrían considerarse sumideros. Otra cuestión es cuánto tiempo permanece almacenado el carbono o si, aun siendo liberado, contribuye a la reducción de las emisiones por sustitución de otras fuentes: cultivos dedicados a la producción de bioalcohol o biodiesel.

Además del almacenamiento de CO₂ en la biomasa, hay que tener en cuenta el papel que desempeña la vegetación (incluida la forestal) en la regeneración del suelo a través del incremento de materia orgánica, que se traduce en acumulación de carbono en el propio suelo: el incremento del 1% de materia orgánica en un metro de suelo fija 150 toneladas de CO₂¹⁰³.

A pesar de la importancia de los suelos en el secuestro de carbono y de su almacenamiento durante periodos de tiempo muy largos y de la importancia de las praderas y otros cultivos agrícolas, el Protocolo de Kioto solo considera sumideros las actividades humanas directamente relacionadas con el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF). En el artículo 3.3 se limitan estas actividades a la forestación, reforestación y deforestación desde 1990, estando obligadas las partes a informar sobre estas actividades; en el artículo 3.4 se contempla también la gestión forestal como fuente o sumidero. Los Acuerdos de Marrakech establecen las definiciones a considerar en la aplicación del Protocolo de Kioto y especifican los límites máximos de captación de carbono por gestión forestal, que en el caso de España se fija en 0,67 Mt de C/año.

Los conceptos a tener en cuenta para el cálculo de la absorción de carbono por los bosques son los siguientes:

- **Forestación:** Conversión, por actividad humana directa, de tierras que carecieron de bosque durante un período mínimo de 50 años en tierras forestales mediante plantación, siembra o fomento antropógeno de semilleros naturales.
- **Reforestación:** conversión por actividad humana directa de tierras no boscosas en tierras forestales mediante plantación, siembra o fomento antropógeno de semilleros naturales en terrenos donde antiguamente hubo bosques, pero que están actualmente deforestados. En el primer período de compromiso, las actividades de reforestación se limitarán a la reforestación de terrenos carentes de bosques al 31 de diciembre de 1989.
- **Deforestación:** conversión por actividad humana directa de tierras boscosas en tierras no forestales.
- **Gestión de bosques:** sistema de prácticas para la administración y el uso de tierras forestales con el objeto de permitir que el bosque cumpla funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible.

En base a estas actividades hay que calcular la absorción de carbono por los bosques, para, conociendo la capacidad actual, poder aplicar las medidas y políticas que permitan incrementar dicha capacidad de absorción.

4.2 El sector forestal en Castilla y León

Según los datos del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2)¹⁰⁴, de 1992, Castilla y León, con el 15,24% de la superficie forestal nacional, es la Comunidad Autónoma española que cuenta con mayor superficie forestal, seguida muy de cerca por Andalucía, como puede apreciarse en el cuadro 4.2. Esta superficie ha aumentado en la última década en más de un 40%, aproximándose a los 3 millones de hectáreas (2.982.318), lo que permite suponer que seguirá en primer lugar cuando se disponga de los datos del Tercer Inventario Forestal de todas las Comunidades Autónomas.

Cuadro 4.2 Distribución territorial de la superficie forestal y el volumen maderable

Comunidad Autónoma	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Andalucía	2.106.252	15,15	40.794.488	6,85
Aragón	1.185.532	8,53	44.626.377	7,50
Asturias	368.129	2,65	32.577.244	5,47
Baleares	122.475	0,88	5.451.410	0,92
Canarias	104.914	0,75	9.452.862	1,59
Cantabria	165.543	1,19	19.309.319	3,24
Castilla y León	2.119.139	15,24	86.602.609	14,55
Castilla-La Mancha	1.851.221	13,31	49.524.451	8,32
Cataluña	1.394.074	10,03	80.040.735	13,45
Comunidad Valenciana	628.280	4,52	10.946.125	1,84
Extremadura	1.457.591	10,48	19.060.832	3,20
Galicia	1.045.377	7,52	90.397.502	15,19
La Rioja	128.917	0,93	9.569.900	1,61
Madrid	195.465	1,41	6.798.918	1,14
Murcia	269.278	1,94	3.144.285	0,53
Navarra	372.468	2,68	45.349.064	7,62
País Vasco	390.005	2,80	41.585.817	6,99
Total	13.904.660	100,00	595.231.938	100,00

Fuente: Segundo Inventario Forestal Nacional. Tomado del Anuario de Estadística Agraria 2003 del MAPA y de Junta de Castilla y León (2005a): "Castilla y León crece con el bosque". Consejería de Medio Ambiente, Valladolid.

En cuanto a volumen maderable, según los datos de IFN2, Castilla y León, con el 14,55%, ocupaba el segundo puesto por detrás de Galicia y por delante de Cataluña; pero esta situación ha cambiado en la última década, ya que con los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), disponibles para las tres Comunidades, Castilla y León cuenta con 153,77 millones de m³, frente a 133,09 millones de Galicia y los 118,29 de Cataluña. Por tanto, Castilla y León, tras haber conseguido un aumento del 77,56%, ha pasado a ocupar el primer puesto en el ranking nacional también en volumen maderable.

El bosque castellano-leonés está formado mayoritariamente por especies frondosas, que ocupan casi dos tercios de la superficie forestal y a las que pertenecen más de las tres cuartas partes de los árboles, según los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional. Sin embargo, las especies coníferas son las que proporcionan mayor cantidad de madera, con el 61% del volumen maderable; entre estas especies destacan el pino silvestre y el pino negral que, en conjunto, representan más de la mitad de los m³ de madera de la Región, aunque solo ocupan el 25% de la superficie forestal con el 15% del total de árboles de la Región. La distribución de la superficie forestal y del volumen de madera por especies en cada provincia se recoge en el anexo 1 del capítulo 4.

Cuadro 4.3 Evolución de la superficie forestal de Castilla y León por especies (ha)

Especie	IFN1 (1970)	IFN2 (1992)	IFN3 (2002)
Pino silvestre	175.269	302.871	336.742
Pino negral	290.843	348.317	412.713
Pino piñonero	45.360	55.605	87.793
Pino laricio	13.868	38.929	79.666
Chopo	29.188	56.255	61.519
Rebollo	390.894	-	722.773
Quejigo	77.210	-	160.977
Encina	412.096	-	724.001
Castaño	12.245	-	37.079
Haya	45.494	-	66.257
Sabina	48.582	74.368	103.288
Resto de especies	344.651	-	189.509
Todas las especies	1.885700	2.119.140	2.982.318

Fuente: Junta de Castilla y León (2005a).

En el cuadro 4.3 se expresa la distribución de la superficie forestal por especies, así como su evolución, según los datos de los tres Inventarios Forestales Nacionales realizados. De los datos ofrecidos se deduce que en la última década la superficie forestal se incrementó en más de 860.000 ha, lo que representa un aumento de casi el 41% respecto de la superficie de 1992. De este incremento, 171.000 ha corresponden a especies coníferas y el resto a frondosas, aunque la ausencia de datos no permite conocer la evolución de cada especie de estas últimas.

En cuanto a la distribución actual de la superficie por especies, dentro de las especies frondosas predominan el rebollo y la encina, con más de 700.000 ha plantadas de cada una de ellas, lo que significa que entre las dos cubren casi la mitad de la superficie forestal. Dentro de las especies coníferas, destacan el pino negral, con el 14% de la superficie total y el pino silvestre, con el 11%. En conjunto, estas dos especies representan el 70% de la superficie de coníferas y el 25% de la total. Las provincias con más superficie arbolada en 2002 son Salamanca y León, con más de 500.000 ha, seguidas de Burgos y Soria con más de 400.000 ha cada una. En las tres primeras predominan las especies frondosas, mientras que en Soria, así como en Segovia y Valladolid, es mayor la superficie de coníferas.

Cuadro 4.4 Evolución del volumen maderable por especies (m³)

Especie	IFN1 (1970)	IFN2 (1992)	IFN3 (2002)
Pino silvestre	16.301.883	24.928.516	40.701.986
Pino negral	23.263.788	27.230.085	39.012.229
Pino piñonero	2.398.309	2.879.998	4.309.075
Pino laricio	464.934	2.711.061	6.644.062
Chopo	3.358.845	3.083.432	7.990.250
Rebollo	3.301.730	8.439.181	20.731.416
Quejigo	259.379	1.468.125	3.062.481
Encina	3.022.629	5.307.341	10.217.364
Castaño	264.199	549.978	1.534.692
Haya	3.999.021	4.661.196	7.929.422
Roble albar	1.205.221	2.150.178	4.315.718
Sabina	630.596	1.293.817	2.038.244
Resto de especies	4.512.466	1.881.700	5.284.719
Todas las especies	62.983.819	86.602.608	153.771.658

Fuente: Junta de Castilla y León (2005a).

La cantidad de madera que acumulan los bosques castellano-leoneses, el volumen maderable con corteza, ha experimentado un incremento muy superior al de la superficie, ya que en la última década ha pasado de 86,6 millones de m³ en 1992 a 153,8 millones de m³ en 2002 (cuadro 4.4), lo que supone un incremento superior al 77% y ha permitido a la Comunidad de Castilla y León ser la que mayor cantidad de madera tiene en sus bosques. Este incremento espectacular del volumen de madera, prescindiendo de posibles cambios metodológicos, se debe al desarrollo de las plantaciones realizadas con anterioridad, cuyos árboles están en pleno proceso de crecimiento. Por especies, los mayores incrementos se han producido en las frondosas, destacando el chopo (con incremento del 159%), el rebollo (146%) y el castaño (179%).

A pesar de los grandes aumentos en el volumen de las frondosas, casi el 60% de la madera pertenece a especies coníferas, principalmente pino silvestre y pino negral que, en conjunto acumulan el 51,8% de la madera de la Región. Dentro de las especies frondosas, la que acumula mayor cantidad de madera es el rebollo (13,5% del total), seguido de encina (6,6%) y chopo y haya (5% cada uno).

Castilla y León tiene, según los datos del IFN 3 facilitados por la Junta de Castilla y León (2005a), casi 3.200 millones de árboles, ocupando el primer puesto en el ranking de Comunidades Autónomas. Las especies con más ejemplares son el rebollo y la encina que, con casi un millón cada una, representan respectivamente el 30% y el 27% de total de árboles. Este elevado número de árboles da lugar, sin embargo, a un volumen de madera muy inferior a de los pinos silvestre y negral debido a que las dos terceras partes de las plantas de rebollo y las tres cuartas partes de las de encina son pies menores (con diámetro normal inferior a 7,5 cm) que contienen una cantidad de biomasa muy inferior.

4.3 El secuestro de carbono en los bosques de Castilla y León: una aproximación a su cálculo

Con los datos anteriores y utilizando la metodología del Ministerio de Medio Ambiente para el cálculo del carbono secuestrado en la biomasa (Martínez de Saavedra y Sánchez, 2002) podemos calcular el stock de carbono en 1992 y en 2002 (años de referencia de Segundo y Tercer Informe Forestal Nacional) y, por diferencia, obtener una primera aproximación de la variación del carbono secuestrado por los bosques de Castilla y León.

Para realizar este cálculo se parte del volumen de biomasa principal, denominado volumen maderable con corteza (VCC), facilitado por el Inventario y se transforma a biomasa total multiplicándolo por un coeficiente que incluya la biomasa contenida

en las ramas, en las hojas y en las raíces: este factor de conversión es de 1,69¹⁰⁵. La conversión de biomasa total a materia seca se obtiene multiplicando por el coeficiente de densidad (0,5 g/cm³) y el carbono se calcula multiplicando el resultado anterior por 0,45, ya que se estima que la biomasa contiene un 45% de carbono¹⁰⁶. En consecuencia, el carbono secuestrado se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Carbono secuestrado} = \text{Biomasa principal} \times 1,6 \times 0,5 \times 0,45$$

Aplicando este método de cálculo a los datos de volumen maderable con corteza proporcionados por el Tercer Inventario Forestal obtenemos el siguiente resultado:

$$153.771.658 \times 1,6 \times 0,5 \times 0,45 = 55.357.797 \text{ toneladas de carbono}$$

y, dado que la relación entre la masa atómica del carbono y del CO₂ es 12/44, la cantidad de dióxido de carbono almacenado en los bosques de Castilla y León es de 202.978.587 toneladas. Teniendo en cuenta que la cifra correspondiente a los datos de IFN2 es de 114.315.543 toneladas, el balance de la última década es de 88.663.145 toneladas de CO₂. Los datos correspondientes a cada una de las provincias se reflejan en el cuadro 4.5.

Cuadro 4.5 CO₂ almacenado y secuestrado por provincias

	Biomasa principal	CO ₂ almacenado		CO ₂ secuestrado
	m ³ en 2002	t en 1992	t en 2002	t en 1992-2002
Ávila	12.057.888	9.754.474	15.916.412	6.161.938
Burgos	32.075.465	25.529.290	42.339.614	16.810.324
León	26.519.830	12.394.895	35.006.176	22.611.281
Palencia	9.946.135	5.864.996	13.128.898	7.263.902
Salamanca	11.202.914	8.491.717	14.787.846	6.296.129
Segovia	18.443.251	17.598.623	24.345.091	6.746.469
Soria	29.533.611	24.479.838	38.984.367	14.504.528
Valladolid	5.793.436	5.150.138	7.647.336	2.497.197
Zamora	8.199.129	5.051.472	10.822.850	5.771.378
Castilla y León	153.771.657	114.315.443	202.978.589	88.663.145

Fuente: *Elaboración propia con datos de los Inventarios Forestales.*

Las cifras de CO₂ almacenado presentadas en el cuadro 4.5 son superiores a las que ofrece la propia Junta de Castilla y León, debido sin duda a la utilización de distinta metodología; para la Consejería de Medio Ambiente de la Junta (Junta de Castilla y León, 2005a), la cantidad de CO₂ almacenado en los bosques de la Región entre 1992 y 2002 asciende a 78.549.613 toneladas. Pero este dato, igual que el obtenido por nosotros a través de los cálculos anteriores, solo nos permiten obtener una aproximación del carbono y del CO₂ almacenado y no se corresponden con lo que en el Protocolo de Kioto se consideran sumideros, ya que para tener esa consideración, los incrementos han de estar originados por la acción humana y una parte importante de la variación del volumen forestal experimentada por Castilla y León en la década de los años noventa se debe al crecimiento espontáneo del propio bosque.

En consecuencia no procede computar toda la superficie forestal o todo el volumen, sino únicamente el correspondiente a las especies cuyos incrementos tengan un origen antropogénico. Para ello sería preciso disponer de los datos de forestaciones y reforestaciones desglosados por especies, así como de los coeficientes de crecimiento de cada una de ellas en las distintas zonas repobladas. Ante la falta de esta información y las incertidumbres metodológicas, optamos por estimar el secuestro de carbono utilizando como variable aproximada la variación de la biomasa principal de las especies con un marcado carácter productivo, pues los incrementos de superficie y volumen de éstas sí se deben a la acción humana. Este método de cálculo, similar al utilizado en otras estimaciones regionales, como el Inventario de emisiones de Galicia (Xunta de Galicia 2004), permite obtener una estimación aproximada por defecto, pues se están descartando todas las repoblaciones forestales realizadas con otras especies.

Las especies con mayor aprovechamiento en la Comunidad son el pino negral o pinaster, el pino silvestre y el chopo; entre estas tres especies representan casi el 88% de las cortas anuales de madera¹⁰⁷. Además, estas tres especies están incluidas entre las *aconsejables* en cada uno los Cuadernos de Zona del Programa Regional de Forestación de Tierras Agrarias de la Junta de Castilla y León (Junta de Castilla y León, 2005c).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el cuadro 4.6 se presentan los datos de absorción de C y de CO₂ para esas tres especies. Los cálculos se han realizado partiendo de la diferencia de biomasa principal ofrecida por los dos últimos Inventarios Forestales; a esta diferencia se le han aplicado los factores de expansión de la biomasa que, para cada especie, utiliza el "Inventario de emisiones de GEI de España" (Ministerio de Medio Ambiente 2004b) y que difieren sustancialmente de los aplicados en el cuadro 4.5; en aquel caso, la biomasa principal se multiplicaba por el factor BEF¹⁰⁸ 0,8 (1,6 factor de expansión a biomasa total y por 0,5 factor de densidad) para trasformarla en materia seca y ahora los factores utilizados son 0,55 para pino

negral y 0,62 para pino silvestre y chopo. La transformación de los m³ de biomasa total a toneladas de carbono y de dióxido de carbono se ha realizado multiplicando por 0,45 g/cm² y por 44/12, de forma similar a como se había hecho antes.

Cuadro 4.6 CO₂ secuestrado por actividades antrópicas (1992-2002)

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	11.782.144	6.480.179	2.916.081	10.692.296
Pino silvestre	15.773.470	9.779.551	4.400.798	16.136.260
Chopo	4.906.818	3.042.227	1.369.002	5.019.675
Total	32.462.432	19.301.957	8.685.881	31.848.230

Fuente: *Elaboración propia con datos de los Inventarios Forestales Nacionales.*

Según estos datos, los bosques de Castilla y León han absorbido casi 32 millones de toneladas de CO₂ en la última década, lo que significa que cada año, considerando una absorción constante, se vienen retirando de la atmósfera unos 3,2 millones de toneladas (o teragramos) de este gas, que representa en torno al 7% de las emisiones totales de CO₂ de la Región. Este porcentaje es algo inferior al estimado por Nieto y Santamarta (2004) para el conjunto de España (10%), lo que puede resultar extraño teniendo en cuenta que Castilla y León es la Comunidad que encabeza el ranking nacional, tanto en superficie de bosque como en volumen maderable. La explicación a esta aparente contradicción está en que Castilla y León tiene un alto volumen de emisiones (11% de las nacionales) y en que sólo se consideran las absorciones de tres especies forestales, que representan el 27% de la superficie y el 57% del volumen maderable de la Región y que, en el caso de los pinos, son de crecimiento lento.

Los datos por provincias, obtenidos con la misma metodología que los regionales se presentan en el anexo 2 del capítulo 4. De ellos se desprende que entre Soria (24,8%) y Burgos (20,6%), han acumulado casi la mitad del CO₂ secuestrado en la Comunidad, mientras que Valladolid y Salamanca presentan cantidades muy pequeñas (1,2% y 2,6% respectivamente), porque no se dispone de datos para alguna de las especies y porque el incremento del volumen de madera ha sido muy inferior al de otras provincias.

Estos 3,2 teragramos de CO₂ acumulados por término medio cada año son los que se pueden computar como sumideros a efectos del Protocolo de Kioto, con las reservas metodológicas indicadas. Si en lugar de realizar los cálculos para el conjunto del periodo y hallar la media, consideramos que la masa forestal experimenta un crecimiento exponencial¹⁰⁹ y, en consecuencia ha aumentado más en los últimos

años del periodo, la cifra total de CO₂ absorbido en el periodo no variaría, pero sí lo hará la de cada año. En el cuadro 4.7 se muestran los datos agregados para el conjunto de la Comunidad del CO₂ secuestrado cada año calculado mediante el coeficiente de incremento anual de masa (CIAM)¹¹⁰, cuya fórmula es:

$$\text{CIAM} = (\text{VCC}_{1992}/\text{VCC}_{2002})^{1/10}$$

donde VCC es la biomasa principal medida en m³ de volumen con corteza.

Cuadro 4.7 CO₂ secuestrado cada año por especies (en toneladas)

	Pino negral	Pino silvestre	Chopo	Total
1993	904.668	1.281.421	315.115	2.501.204
1994	937.787	1.345.810	346.594	2.630.192
1995	972.119	1.413.435	381.219	2.766.773
1996	1.007.708	1.484.457	419.302	2.911.467
1997	1.044.600	1.559.049	461.189	3.064.838
1998	1.082.842	1.637.388	507.261	3.227.491
1999	1.122.484	1.719.664	557.936	3.400.084
2000	1.163.578	1.806.073	613.673	3.583.324
2001	1.206.176	1.896.825	674.978	3.777.979
2002	1.250.333	1.992.137	742.407	3.984.878
Total Periodo	10.692.296	16.136.260	5.019.675	31.848.230

Fuente: *Elaboración propia con datos de los Inventarios Forestales Nacionales.*

De esta forma se obtienen la biomasa principal de cada año multiplicando la del anterior por el CIAM, que redondeado es 1,037, 1,050, 1,100 respectivamente para pino negral, pino silvestre y chopo en el conjunto de la Comunidad. Obtenida la biomasa principal de cada años se procede de igual forma a como lo hemos hecho más arriba, transformándola sucesivamente en biomasa total, en materia seca, en carbono y en CO₂.

Estos datos corresponden a la cantidad neta acumulada, ya que están calculados a partir del volumen de biomasa forestal existente en los bosques de Castilla y León. En consecuencia, no hay que descontar las emisiones estimadas de CO₂ procedentes de los incendios forestales puesto que en el Tercer Inventario Forestal Nacional ya se tiene en cuenta la pérdida de CO₂ de los incendios forestales.

Sin embargo, siguiendo la metodología propuesta por el Ministerio de Medio Ambiente en el "Inventario de Emisiones de Gases de efecto Invernadero de España. Años 1990-2002"¹¹¹, para obtener el saldo neto de carbono retirado de la atmósfera por las masas forestales, es preciso contabilizar las emisiones procedentes de la biomasa extraída. Para ello se sigue un procedimiento similar al de absorción de carbono a partir de la biomasa principal, pero tomando como dato inicial el volumen de madera y de leña extraídas, en lugar del volumen total de las masas forestales.

Lógicamente, en este caso se tiene en cuenta la madera de todas las especies forestales y no solo las tres que se han utilizado para calcular los sumideros, dado que toda la madera retirada lo ha sido por acción humana.

Cuadro 4.8 Emisiones por extracción de madera y leña

	Biomasa principal (m ³)			Emisiones	
	Madera	Leña	Total	t de C	t de CO ₂
1990	806.974	671.987	1.478.961	532.426	1.952.229
1991	847.088	693.885	1.540.973	554.750	2.034.084
1992	731.758	818.241	1.549.999	558.000	2.045.999
1993	794.701	605.536	1.400.237	504.085	1.848.313
1994	1.095.068	780.268	1.875.336	675.121	2.475.444
1995	1.167.868	799.569	1.967.437	708.277	2.597.017
1996	1.069.486	776.304	1.845.790	664.484	2.436.443
1997	1.068.972	764.311	1.833.283	659.982	2.419.934
1998	1.346.510	613.165	1.959.675	705.483	2.586.771
1999	1.623.063	671.568	2.294.631	826.067	3.028.913
2000	1.344.031	660.689	2.004.720	721.699	2.646.230
2001	1.269.159	645.521	1.914.680	689.285	2.527.378
2002	1.247.932	707.900	1.955.832	704.100	2.581.698
2003	1.239.774	644.306	1.884.080	678.269	2.486.986

Fuente: *Elaboración propia con datos de Anuarios de Estadística Agroalimentaria del MAPYA.*

Con los datos proporcionados por los Anuarios de Estadística Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, la madera y leña extraídas en los últimos 6 años supera ligeramente los de 2 millones de m³, y en el año 2003 asciende a 1.884.080 m³ de madera con corteza. Siendo esta cifra la correspondiente a la biomasa principal, hay que transformarla en biomasa total multiplicándola por el coeficiente 1,6 y reducirla a materia seca y a carbono multiplicando por 0,5 y

0,45. Si además queremos obtener las toneladas de CO₂, hemos de multiplicar por 3,67 (44/12).

En el cuadro 4.8 se presentan los datos de madera y leña extraídas en Castilla y León, así como las emisiones obtenidas a través de los cálculos indicados. De acuerdo con dichos cálculos, las emisiones de carbono procedentes de esta fuente oscilan en torno a 700.000 toneladas y las de CO₂ ascienden a 2,5 millones de toneladas en los últimos años. Estas emisiones presentan una ligera tendencia al decrecimiento a partir de 1999, año en que alcanzan el máximo, superando los 3 millones de toneladas de CO₂.

Comparando las cifras de emisiones y de absorciones para la última década se obtienen unas cifras de almacenamiento neto de CO₂ muy bajas aunque con una clara tendencia creciente, ya que las absorciones han aumentado como consecuencia del fuerte incremento de las masas forestales y las emisiones atribuidas se han contenido por la ligera reducción experimentada por el volumen de madera y leña extraídas. En el cuadro 4.9 se aprecia que sólo a partir del año 2000 los bosques de Castilla y León contribuyen de forma significativa a la reducción de gases de efecto invernadero.

Cuadro 4.9 Saldo de CO₂ del sector forestal de Castilla y León

	Absorciones	Emisiones	Sumidero
1993	2.501.204	1.848.313	652.891
1994	2.630.192	2.475.444	154.748
1995	2.766.773	2.597.017	169.756
1996	2.911.467	2.436.443	475.024
1997	3.064.838	2.419.934	644.904
1998	3.227.491	2.586.771	640.720
1999	3.400.084	3.028.913	371.171
2000	3.583.324	2.646.230	937.094
2001	3.777.979	2.527.378	1.250.601
2002	3.984.878	2.581.698	1.403.180

Fuente: *Elaboración propia con datos de cuadros anteriores.*

Estas cifras se han obtenido siguiendo la metodología propuesta por el Ministerio de Medio Ambiente (2004b), que trata de forma desigual las emisiones y las absorciones. De hecho, utiliza factores de expansión de la biomasa (BEF) distintos en cada caso: como se ha expuesto más arriba, los factores de expansión a biomasa utilizados

en el caso de las absorciones han sido 0,55 para pino negral y 0,62 para pino silvestre y chopo; sin embargo, en el cálculo de las emisiones se utiliza 0,8 (1,6 para obtener la biomasa total por 0,5 para pasarla a materia seca). Este BEF distinto implica una sobrevaloración de las emisiones que sería deseable corregir, ya que el contenido de carbono de una misma especie no varía y, si consideramos que la madera y leña pueden proceder de numerosas especies, sería deseable cuantificar lo que corresponde a cada una de ellas y aplicar el BEF correspondiente a cada una de esas especies.

Como esa forma de calcular las emisiones procedentes de las extracciones no es posible con los datos existentes, se puede obtener una aproximación que refleje mejor los valores reales de emisión considerando que la biomasa total es solo 1,4 veces la biomasa principal, en lugar de 1,6 veces¹². Utilizando este coeficiente, se reducen las emisiones de cada año en un 12,5% y el sumidero aumenta en unas 300.000 toneladas, de forma que en el año 2002 el saldo neto de CO₂ absorbido sería de 1,73 teragramos, en lugar de 1,4 teragramos obtenidos con la metodología oficial.

Otra cuestión a tener en cuenta es que las emisiones calculadas con esta metodología no son reales sino teóricas. La leña extraída de los bosques, presumiblemente es quemada, por lo que libera todo el carbono absorbido, pero la madera no libera el carbono cuando el árbol es talado, sino cuando se quema o se descompone y, en este caso, el carbono pasa mayoritariamente al suelo. En consecuencia, un cálculo real de emisiones procedentes de los aprovechamientos de madera y leña debería contabilizar solo la leña y la parte de madera que es quemada, porque la madera utilizada en la fabricación de muebles, en la construcción, etc., sigue acumulando el carbono absorbido por el árbol correspondiente

Una importante conclusión que se desprende de este análisis es la necesidad de mejorar la metodología de las estimaciones, tanto para la emisión como para la absorción, ya que en caso contrario los datos obtenidos tendrán escasa fiabilidad. En cualquier caso, las cifras obtenidas únicamente reflejan una pequeña parte del carbono acumulado en los bosques castellano-leoneses, el considerado como sumidero a efectos del Protocolo de Kioto; la cantidad total es muy superior.

4.4 Propuestas de actuación en el sector forestal

Los bosques presentan una multifuncionalidad en la que cada vez adquiere mayor peso la contribución a la reducción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Las masas forestales absorben CO₂ en proporción directa al incremento del volumen maderable de dichas masas (acumulación en la biomasa) y al incremento de la superficie forestal (acumulación en el suelo). Por ello, si se pretende que los bosques contribuyan a la reducción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, parece claro que hay que actuar en esos dos frentes.

La legislación que se ha venido aprobando en los distintos ámbitos territoriales desde mediados de la década de los años noventa ha intentado potenciar la multifuncionalidad de los espacios forestales, fomentando las reforestaciones, la gestión sostenible de los bosques, las producciones forestales, la lucha contra los incendios forestales, etc. Y todo ello, teniendo como objetivos principales la conservación de la biodiversidad, el desarrollo rural y contribuir a paliar las causas del cambio climático. En este sentido y con estos objetivos se aprobó la Estrategia Forestal Europea en 1997 y, a partir de ella, la Estrategia Forestal Española, en 1999, y el Plan Forestal Español, en 2002, como aplicación en el tiempo y en el espacio de la Estrategia.

Simultáneamente a la aprobación de la Estrategia y el Plan españoles se aprobaron las correspondientes a Castilla y León. El Decreto 115/1999, de 3 de junio, aprobó la Estrategia Forestal de Castilla y León, como base para la elaboración del Plan. Mediante el Decreto 55/2002, de 11 de abril, se aprueba el Plan Forestal de Castilla y León, que gestionará el medio natural de Castilla y León durante 27 años. Se plantea con el objetivo general de redefinir la función que deben cumplir los espacios forestales en la Región y consta de veinte documentos, distribuidos en una introducción y diecinueve programas temáticos, de los cuales once son verticales y se centran en un aspecto o problema concreto del medio natural (recuperación de la cubierta vegetal, conservación y mejora de los bosques o gestión cinegética), y el resto transversales, que inciden simultáneamente en diferentes facetas o actividades de la gestión forestal.

Esta normativa, junto con toda la relacionada con la prevención y extinción de incendios forestales y las ayudas a plantaciones forestales, ha permitido avanzar en el objetivo de conseguir más y mejores masas forestales, como se ha puesto de manifiesto con los datos del Tercer Inventario Forestal. Esta mejora, principalmente cuantitativa, ha contribuido, entre otros, al objetivo de reducir la presencia de gases de efecto invernadero. Pero el camino solo está iniciado, por lo que es preciso seguir actuando. A continuación se exponen algunas de las medidas que consideramos prioritarias para potenciar la capacidad de sumidero de los bosques castellano-leoneses.

- **Aumento de la superficie arbolada.** La forestación de terrenos desarbolados contribuye tanto a la producción de biomasa como a la conservación y mejora del suelo, por lo que debe ser considerada como actividad prioritaria. La forestación puede hacerse en aquellos terrenos que, por sus características, se han considerado tradicionalmente adecuados para el uso silvícola (reforestación), pero también ha de potenciarse la forestación de tierras que hasta ahora se han dedicado a usos agrícolas y que pueden dejar de labrarse debido al alto grado de envejecimiento de la población rural y, principalmente, al desacoplamiento de las ayudas implantado en la reforma de la Política Agraria Comunitaria. Además, el uso forestal de esas tierras retiradas del cultivo puede ser perfectamente

compatible con el requisito de condicionalidad exigido para la percepción de las ayudas de la PAC. También debe potenciarse la forestación de los entornos degradados, como los provenientes de explotaciones mineras a cielo abierto, escombreras, etc., así como las riberas de los ríos.

- **Lucha contra incendios.** Como los incendios forestales pueden liberar a la atmósfera en pocas horas el carbono que ha costado décadas almacenar, se hace necesario intensificar los esfuerzos para evitar estos incendios. Para ello es preciso incrementar los presupuestos y mejorar la eficiencia de la lucha contra el fuego. Pero no es suficiente apagar los fuegos, también es imprescindible realizar labores preventivas para evitarlos. En este sentido, la educación de la población es fundamental, dado que la inmensa mayoría de los incendios tienen origen antrópico (accidentes, negligencia o intencionados). Además, la prevención ha de realizarse mediante tareas previas tendentes a reducir la magnitud de los incendios; en este sentido toda inversión realizada en “limpieza” del bosque (pastoreo, retirada de troncos y ramas muertas, etc.) tiene unos elevados índices de efectividad por reducir las posibilidades de propagación del fuego y, consecuentemente, los costes de la extinción.
- **Estado sanitario de los bosques.** La otra actuación importante para evitar la pérdida de masa forestal, junto a la lucha contra los incendios, es el mantenimiento de los bosques en buen estado sanitario. En este sentido es preciso mejorar la información sobre el estado sanitario, prevenir y controlar las enfermedades antes de que se generalicen y sea necesario actuar con medidas drásticas (talas masivas). También es importante analizar y controlar los distintos agentes que puedan afectar negativamente al desarrollo de las masas forestales, incluido el propio cambio climático; de forma particular debe investigarse el efecto del aumento de concentración de gases GEI sobre la capacidad de absorción de los bosques y las plantas en general.
- **Selvicultura y gestión forestal.** Además de mantener los bosques sanos y con la menor cantidad de biomasa seca, susceptible de propagar los incendios, es preciso realizar una gestión forestal sostenible que contribuya simultáneamente a incrementar la producción de biomasa y a mejorar la capacidad de absorción de carbono por el suelo, así como conservar la biodiversidad y cumplir las funciones ecológicas, económicas y sociales. En este sentido, la fertilización y los claros son importantes, pero también lo es la tala selectiva orientada al aprovechamiento de la madera y a la fabricación de productos de madera, pues como se ha indicado, las masas forestales jóvenes tienen mayor capacidad de almacenamiento que las maduras y, al mismo tiempo, la madera utilizada mantiene el carbono almacenado durante un largo periodo. Si esta madera sustituye a otros productos (por ejemplo en la construcción) cuya fabricación conlleva un

mayor uso de combustibles fósiles no renovables, la contribución a la reducción de gases GEI es aun mayor.

- **Aprovechamiento de madera como biocombustible.** La biomasa extraída de los bosque, principalmente los subproductos forestales (leña y restos generados por otros usos de la madera), pueden ser utilizados como biocombustibles y, a pesar de liberar el carbono almacenado, contribuir a la reducción de emisión de gases GEI en la medida que sustituyen a combustibles fósiles, cuyo carbono llevaba almacenado millones de años; por tanto, aunque parezca contradictorio, quemar madera también puede contribuir a reducir la presencia de CO₂ en la atmósfera.

Los efectos de la mayoría de estas medidas no se consideran en la cuantificación de los sumideros a efectos del Protocolo de Kioto, al menos de momento, por lo que si el objetivo es únicamente incrementar los sumideros de carbono tal como están definidos, habría que centrarse en el aumento de la superficie arbolada. Sin embargo, es probable que a medio plazo se produzca una ampliación de las actividades consideradas sumideros, porque son numerosas las voces que reclaman dicha ampliación e, incluso centrar los esfuerzos en la acumulación de carbono tanto o más que en la reducción de emisiones. En cualquier caso, las actividades propuestas sirven para potenciar la multifuncionalidad de los bosques y, en particular para retirar carbono de la atmósfera o para emitir menos, lo que sin duda contribuye a la sostenibilidad del planeta.

Notas

⁹⁴ Esta es la cifra comúnmente aceptada, aunque hay discrepancias según los autores, oscilando entre el 50% (Botero, 1999) y el 60% (Honty, 2000). En España, el CO₂ es responsable cada vez de un mayor porcentaje de las emisiones totales, aproximándose al 75% en 2003, según el Inventario de Emisiones elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2004b).

⁹⁵ Las consecuencias de esta acumulación no están suficientemente claras y se considera que un exceso de carbón en los océanos puede tener efectos negativos como la acidificación del agua o sobre los arrecifes de coral.

⁹⁶ Tomado de Foro de los Bosque y Cambio Climático, 2004.

⁹⁷ Tomado de Jandl, 2002.

⁹⁸ Esta afirmación no está universalmente aceptada y, como ocurre con muchos aspectos relativos al almacenamiento de CO₂, existe controversia, pues aunque no se almacene carbono en la biomasa que se encuentra encima del suelo, sí se sigue almacenando en el sistema radicular. Una discusión interesante sobre este tema puede verse en Jandl, 2002.

⁹⁹ Una revisión de la literatura crítica sobre el papel de los sumideros puede verse en Rosas, 2002.

¹⁰⁰ Pg = Peta gramo = 10¹⁵ g = Gt = 10⁹ toneladas métricas

¹⁰¹ Las citas de Houghton y Fisher están tomadas de Fisher y Trujillo (2000).

¹⁰² Tomado de Montenegro y Abarca (2000).

¹⁰³ ASEMFO (2004)

¹⁰⁴ No utilizamos el Tercer Inventario por no estar disponibles los datos de todas las Comunidades Autónomas.

¹⁰⁵ No todos los autores coinciden en este factor de expansión: Martínez y Sánchez (2002), basándose en experiencias de campo, consideran 1,4; el "Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en Galicia" (Xunta de Galicia, 2004) utiliza el factor 1,6 por entender que deben incluirse también las raíces.; el Ministerio de Medio Ambiente (2004b) considera 1,6 con carácter general, aunque establece un valor para cada especie.

¹⁰⁶ Este es el coeficiente utilizado en el Inventario de emisiones de GEI en España 1990-2002 (Ministerio de Medio Ambiente, 2003) y recogido por el IPCC en "Directrices del IPCC revisadas en 1996 para realizar el informe del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero".

¹⁰⁷ Este porcentaje está calculado con los datos de 2002 del IFN3 (Junta de Castilla y León, 2005) y con los de 1999 del Anuario de Estadística Agroalimentaria MAPYA, 2001); en ambos casos el porcentaje es similar, aunque varía la importancia relativa de las especies. La cuarta especie es el pino laricio y su importancia varía según la fuente entre el 3 y el 7 por ciento.

¹⁰⁸ Biomass expansion factor, que transforma la biomasa principal en materia seca de biomasa total.

¹⁰⁹ Esto significa que el árbol crece más cada vez: crece más el tercer año que el segundo y más el cuarto que el tercero.

¹¹⁰ Es la fórmula propuesta en los Inventarios de emisiones de GEI de España (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

¹¹¹ Ministerio de Medio Ambiente (2004b).

¹¹² Este supuesto es bastante razonable ya que el coeficiente 1,4 es el utilizado para incluir las ramas y las hojas en la biomasa total, mientras que el de 1,6 se utiliza para añadir también las raíces (ver nota 11 de este capítulo) y en el caso de la extrac



5. Los sectores no afectados por el PNA

5.1 El sector transporte

5.1.1 EL SECTOR DEL TRANSPORTE EN EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

5.1.1.1 El transporte en Europa

El transporte representa una actividad esencial en nuestra sociedad, ya que participa en la actividad económica tanto en su función de insumo del sistema productivo, como por ser una actividad que los ciudadanos realizan para satisfacer su demanda de movilidad en relación con sus desplazamientos al trabajo, los lugares de compra y de ocio. El transporte, y en concreto, las infraestructuras, han constituido elementos esenciales de la política económica al haber contribuido, junto con otras actuaciones, al desarrollo económico y social, a la vertebración del territorio, a la integración y cohesión del espacio, y a la mejora de las condiciones de accesibilidad. Pero también el transporte es responsable de gran cantidad de impactos negativos sociales y ambientales: contaminación atmosférica, ruido, accidentes, pérdida de biodiversidad por la fragmentación de los hábitats, congestión, dependencia energética, etc. costes externos que en la Unión Europea se estiman en el 8% de PIB¹¹³.

En Europa Occidental, el sector del transporte se ha convertido en el segundo mayor consumidor de energía (el 30 % del consumo total) y por tanto, constituye una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero. Y aumento de la demanda de transporte por aire y carretera ha hecho que los problemas relativos al transporte ocupen los primeros puestos en la agenda medioambiental y/o de sostenibilidad¹¹⁴. Por ello, el reto de la política de transportes está en conseguir un equilibrio entre los beneficios y los impactos negativos que genera en la sociedad y en el medio ambiente.

El resumen que a continuación se presenta describe lo sucedido desde comienzos de la década de 1990 en el ámbito europeo, en cuanto a transporte se refiere, con especial incidencia en los aspectos relacionados con el medio ambiente.

LOS VOLÚMENES DE TRANSPORTE SIGUEN AUMENTADO

El crecimiento del sector del transporte a menudo se relaciona con el crecimiento económico, la eliminación de barreras políticas y la mejora de su relación calidad/precio. El crecimiento de los ingresos, la apertura de las fronteras y las mejoras tecnológicas (que generan menores precios y mayores velocidades de los vehículos) han contribuido a este crecimiento¹¹⁵.

Los volúmenes de transporte en Europa han aumentado de manera constante, aproximadamente a una tasa similar o superior a la del crecimiento económico. A escala de la UE-15, el volumen de tráfico de mercancías está creciendo a una tasa incluso superior a la del crecimiento económico (aproximadamente un 3% anual frente a un 2%, respectivamente), el transporte de pasajeros crece al mismo ritmo que la economía y el transporte aéreo crece a una tasa anual del 9%¹¹⁶.

El turismo (que utiliza fundamentalmente coches y aviones), es el principal motor del aumento de la demanda de transporte de pasajeros y se espera que esta demanda siga creciendo. Por ejemplo, está previsto que el tráfico aéreo se haya multiplicado por dos en 2020 debido, principalmente, al crecimiento del sector turístico. Los precios de los viajes siguen bajando y al mismo tiempo el presupuesto que los hogares destinan al turismo sigue aumentando. Por otro lado, las pautas vacacionales están cambiando: la gente viaja cada vez con más frecuencia, durante períodos más cortos y visitando lugares más lejanos¹¹⁷.

EL TRANSPORTE POR CARRETERA Y AÉREO CRECEN CON MAYOR RAPIDEZ QUE OTROS MODOS DE TRANSPORTE

El transporte aéreo y el transporte por carretera lideraron durante la década de los noventa el crecimiento de los flujos de transporte, mientras que otros modos, como el ferrocarril, el autobús o las vías navegables, se estancaban o incluso retrocedían. El transporte de mercancías total en la Unión Europea creció un 33% entre 1991 y 1999, y en un 44% se debió al aumento del transporte por carretera. Algunos factores importantes que explican el incremento del peso relativo del transporte por carretera son su precio (en algunos países el uso del coche privado se ha vuelto relativamente más barato que el tren y el autobús), las inversiones en infraestructuras, que han priorizado las carreteras, y el empeoramiento de la calidad del transporte público y por ferrocarril.

A pesar de que los patrones de crecimiento del transporte por carretera son diferentes según las regiones europeas, reflejo de su diferente desarrollo político y económico, incluso en Europa Central y Oriental, donde a comienzos de los noventa el sistema de transporte predominante era el transporte público por ferrocarril, el transporte por carretera lo está superando rápidamente. Y medioambientalmente

esta tendencia es negativa, pues aunque hasta el momento no ha habido mejoras en la eficiencia energética de los ferrocarriles, continúa siendo el modo de transporte más eficiente¹¹⁸.

Por su parte, el transporte aéreo, con los mayores ritmos de crecimiento, está a punto de superar la cuota de mercado del tren¹¹⁹. Un problema añadido de este sector es que las emisiones de los vuelos internacionales no están asignadas por países, por lo que crecen sin que nadie se haga responsable de ellas. En este caso, no sólo son importantes las emisiones de CO₂, sino también las de óxidos de nitrógeno y la condensación que se produce a altitudes tan elevadas.

CONTINUA EXPANSIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE

La inversión en infraestructuras, especialmente para la creación de una red transeuropea, ha sido y es una prioridad de la política de transporte en toda Europa. Estas inversiones se han concentrado principalmente en cubrir las carencias transfronterizas en materia de ferrocarril de alta velocidad y redes de carreteras, con una clara prioridad de la carretera sobre el ferrocarril. Como resultado, la red total de carreteras se expandió en poco tiempo, a la vez que las infraestructuras de ferrocarril convencional y vías navegables se contraían lentamente.

El problema de este desequilibrio hacia las carreteras es que el aumento de las infraestructuras y del número de vehículos crea un círculo de demanda vicioso desde el punto de vista medioambiental: más infraestructura de carreteras lleva a un mayor número de vehículos y a un incremento de su uso, que genera, a su vez, una mayor demanda de infraestructuras¹²⁰.

Las inversiones en los nuevos países adheridos siguen el mismo camino. Y aunque las inversiones estaban destinadas a lograr que el transporte por ferrocarril fuera el más relevante, en la actualidad el desarrollo de la red de carreteras ha superado al de la construcción de la red de ferrocarriles.

LA ESTRUCTURA DE PRECIOS EN GENERAL NO FAVORECE LOS OBJETIVOS DE LA POLÍTICA DE TRANSPORTE DE LA UE

Los precios siguen favoreciendo al vehículo privado sobre el transporte público. El coste total del transporte en turismos, incluyendo tanto la compra como los costes operativos, ha permanecido estable, mientras que en el caso de otros modos de transporte han aumentado.

Se ha avanzado poco en reestructurar las tarifas de transporte para internalizar más eficazmente los costes externos, lo que contribuiría a reducir la demanda global de transporte y de infraestructura, así como también a optimizar el reparto modal.

DISMINUYEN LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES PELIGROSOS POR UNIDAD DE TRANSPORTE

Las emisiones de contaminantes peligrosos emitidos por vehículos de carretera han disminuido sustancialmente desde 1990 (entre un 24 y un 35 % en términos totales). Se ha conseguido una importante reducción por unidad de transporte en la emisión de partículas (24%), de monóxido de carbono (46%), de óxidos de nitrógeno (24 %), de compuestos orgánicos volátiles (47%) y de plomo (100%) gracias, por un lado, a las mejoras en la tecnología de tratamiento de gases exhaustos y, por otro, a los cambios en la composición de los combustibles¹²¹.

El caso del dióxido de azufre es diferente, porque la importante reducción de las emisiones en el transporte por carretera (61%) se ha visto contrarrestada por un incremento similar de las emisiones provocadas por el transporte marítimo internacional, de modo que ha disminuido la exposición de las personas al dióxido de azufre, pero no las emisiones totales¹²².

Los avances en transporte por carretera se han debido, en gran medida, a los compromisos suscritos por la industria automovilística para reducir las emisiones de CO₂ generadas por automóviles.

AUMENTA EL VOLUMEN TOTAL DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Los turismos han mejorado su eficiencia energética, pero la consecuente disminución en las emisiones de CO₂ se ha visto más que contrarrestada por el aumento del volumen de transporte, lo que se traduce en un incremento neto en torno al 20% de las emisiones de CO₂ procedentes del transporte por carretera. De hecho, es el sector donde las emisiones han crecido más rápidamente y en 2001 fue el responsable del 28,7% de las emisiones totales de CO₂ en la Unión Europea. Esta situación acontece en casi todos los Estados miembros, incluso en aquellos donde las estrategias de lucha contra el cambio climático en otros sectores han tenido un gran éxito. Y la tendencia es que las emisiones continúen creciendo a pesar de las políticas y medidas que se han puesto en marcha para mitigarlas¹²³.

La aviación también contribuye de manera importante y significativa a las emisiones. Dado el rápido crecimiento del transporte aéreo, sus repercusiones sobre el clima no tardarán en superar a las de los vehículos de pasajeros, y se calcula que hacia 2030 duplicarán el impacto de estos últimos.

AUMENTA LA PRESIÓN SOBRE LOS HÁBITATS

La infraestructura de transporte ejerce presión sobre los hábitats y la biodiversidad mediante la explotación directa de la tierra, las perturbaciones ligadas al ruido y la luz, la contaminación atmosférica y la fragmentación de paisajes. A medida que se

expande la infraestructura de transporte, aumenta el número de áreas protegidas sometidas a presión. Existen grandes diferencias regionales estrechamente vinculadas a las variaciones en la densidad de población, pero el transporte está afectando gravemente incluso a zonas remotas de la región Ártica.

5.1.1.2 El transporte en España

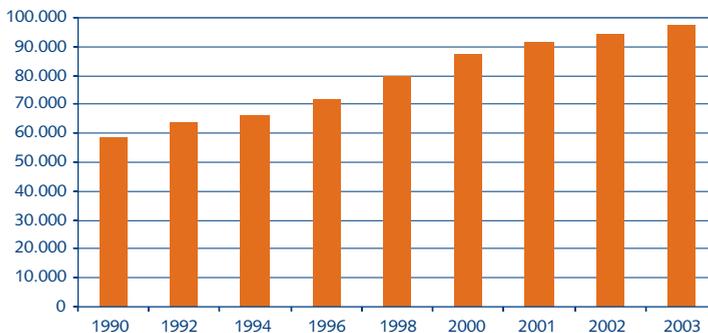
Al igual que a escala europea, el transporte en España y el desarrollo de las infraestructuras, han constituido elementos esenciales de la política económica y también han generado los impactos negativos citados al principio del presente capítulo.

La configuración de la movilidad interior interurbana en España ha variado considerablemente en los últimos cincuenta años. Si bien a mediados del Siglo xx el ferrocarril era el modo de transporte predominante tanto para viajeros (60%), como para mercancías (36%), esta posición ha sido ocupada por el transporte por carretera, con una participación modal del orden del 90% en el transporte de viajeros y del 80% en el caso de mercancías. Tal y como se recoge en el Plan Nacional de Asignación, desde 1988, año en que se comienzan a realizar análisis fiables sobre movilidad urbana, esta ha crecido de forma espectacular, habiéndose duplicado el transporte de viajeros y aumentado un 25% en el caso del transporte de mercancías. El Plan también destaca el fuerte incremento experimentado por el transporte aéreo, sobre todo en el caso del transporte de viajeros.

Por estas razones, el sector del transporte en España ha experimentado, durante los últimos años, el mayor crecimiento en cuanto a consumo de energía, pues la demanda de transporte se ha incrementado a ritmos superiores al PNB, lo que ha provocado que las mayores eficiencias de los vehículos quedaran eclipsadas por el mayor crecimiento de la movilidad. Actualmente, el sector del transporte consume alrededor del 40% de la energía final de nuestro país, energía que procede, en un 99%, de derivados del petróleo. La carretera representa alrededor del 80% del total de estos consumos, siendo los vehículos privados responsables de alrededor del 50% del total de los consumos del transporte por carretera, el tráfico de mercancías del 47% y, con una participación mínima, al transporte colectivo de pasajeros de un 3%¹²⁴.

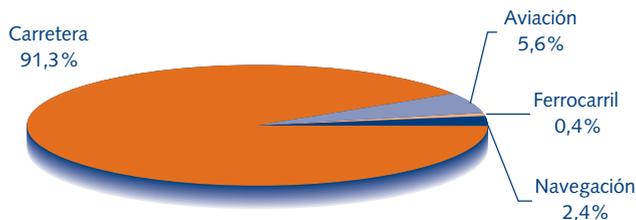
Consecuente con el incremento del consumo de combustibles fósiles, las emisiones de GEI del sector del transporte son las que más han crecido durante los últimos años, a un ritmo cercano al 5% anual, y suponen más del 23% de las emisiones españolas de GEI, lo que convierte a este sector en el segundo mayor contribuyente de emisiones de GEI a escala nacional¹²⁵. En los siguientes gráficos se puede apreciar el incremento de las emisiones del sector y su distribución subsectorial en el año 2003.

Gráfico 5.1 Emisiones GEI en el Sector Transporte en España.
(Miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Oficina de Cambio Climático.

Gráfico 5.2 Distribución por subsectores de las emisiones de GEI en el Sector Transporte en España. 2003. (Porcentajes)



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2005).

El Plan Nacional de Asignación relaciona este fenómeno con las siguientes razones:

- la elevada tasa de motorización y su vertiginoso ritmo de crecimiento (el parque circulante de vehículos se ha duplicado respecto al año 1985);
- el incremento espectacular de las inversiones en infraestructura de carreteras de alta capacidad, lo que nos ha colocado a la cabeza de los países europeos;
- el descenso paulatino de los costes del transporte privado por carretera experimentado durante los últimos 25 años, lo que ha provocado la dispersión de actividades en el territorio y el incremento de la participación del transporte en la estructura productiva, de distribución y consumo;

- el modelo de ordenamiento urbano basado en la construcción de baja densidad, en la especialización de usos del suelo y en la fragmentación del territorio.
- el incremento en el número y longitud de los desplazamientos propiciado por las razones anteriores, que ha generado no sólo un aumento del consumo de energía del sector, sino también un aumento de su intensidad energética, un 30% mayor que la del año 1985.

Y las previsiones tendenciales para la próxima década sitúan al transporte como el sector con mayor crecimiento del consumo de energía, con un 4,2% de media anual entre 2000 y 2012, hecho que de manifestarse convertiría al transporte en el mayor emisor de GEI de nuestro país. Por estos motivos, el sector del transporte en España va a tener que transformarse rápidamente durante los próximos años, pues de otro modo no cabría la posibilidad de que nuestro país cumpliera con el Protocolo de Kioto¹²⁶.

Asimismo, hemos de tener en cuenta que la reducción de otros contaminantes diferentes al CO₂ supondrá un gran desafío en los próximos años, según lo recoge la normativa europea. En este sentido, es de especial preocupación la reducción de la emisión de NO_x y partículas, especialmente vinculada al tráfico urbano.

5.1.2 EL SECTOR TRANSPORTE EN CASTILLA Y LEÓN

5.1.2.1 Características diferenciales

La emisión de gases está altamente relacionada con el modelo de desarrollo territorial y urbano, que define las estrategias en cuanto a infraestructuras de transporte necesarias para articular el territorio.

La Comunidad de Castilla y León es la región más extensa de la Unión Europea, presenta una baja densidad de población, concentrada en pocos núcleos urbanos y muy dispersa en el entorno rural. Su base natural es una amplia meseta delimitada por sistemas montañosos exteriores eminentemente rurales y que presentan cierto grado de aislamiento y una serie de deficiencias o limitaciones en la prestación de servicios básicos y en la dotación de infraestructuras.

Por las tendencias que ya hemos repasado con anterioridad, profundizadas por estas características intrínsecas del territorio castellanoleonés, en las últimas décadas las inversiones en infraestructuras han estado centradas en el desarrollo de la red de carreteras, con escasas inversiones (o incluso desinversiones) en las líneas ferroviarias convencionales, por lo que hasta el momento, los principales elementos vertebradores del territorio son las carreteras nacionales (algunas convertidas en vías rápidas), a lo largo de las cuales se localizan los ejes de desarrollo o espacios emergentes de la

Región y donde domina la actividad de procedencia extraregional, pues el territorio castellano y leonés es el elemento esencial de conexión entre las regiones del norte con el resto de España, así como entre el centro y el sur de España.

Según del informe Desarrollo territorial e infraestructuras de transporte en Castilla y León presentado por el Consejo Económico y Social en 2002¹²⁷, la red de carreteras de Castilla y León presenta una estructura espacial simultáneamente regular y radial. El carácter regular propicia el enlace directo entre todos los núcleos urbanos de la Comunidad Autónoma (singularmente entre las capitales provinciales), evitando que deban conectarse necesariamente a través del centro urbano de mayor entidad y jerarquía funcional (Valladolid). El carácter radial se debe a la existencia de un conjunto de ejes que propician el enlace directo de cada una de las capitales provinciales con Valladolid, aunque con algunas deficiencias como en el caso de León. Asimismo, la Comunidad Autónoma se ve directamente afectada por la radialidad de la red nacional, especialmente en lo que afecta a la N I/A 1, N VI/A 6 y N-620/A 62.

La red ferroviaria presenta una estructura radial, arboriforme y jerarquizada dependiente de la red nacional, que distribuye el servicio desigualmente en el territorio. Especialmente en cuanto al transporte de mercancías, el ferrocarril presenta importantes deficiencias por la lentitud de sus tráficos, la escasa fiabilidad de los plazos y la incapacidad de alcanzar mercados que precisen de transporte puerta a puerta. Las inversiones previstas en el futuro, seguirán profundizando esta jerarquización, pues priorizan las inversiones en la red de alta velocidad, especializada en viajeros.

Tanto la compleja red de carreteras como la red ferroviaria presentan una jerarquización elevada, de forma que las inversiones se concentran en un número reducido de vías que se comportan como las partes más importantes del sistema.

El sistema aeroportuario está formado por cuatro aeropuertos de dimensión reducida, lo cual en ciertos ámbitos se aprecia como insuficiente para las dimensiones geográficas y de población de la Región. No obstante, este nivel de desarrollo parece adecuado a la demanda interna de servicios aéreos, que se ve afectada por la existencia de un significativo número de aeropuertos en el entorno inmediato del territorio de la Comunidad y por los vuelos que las compañías aéreas ofrecen desde los aeropuertos castellanos y leoneses.

Información más detallada respecto al parque móvil de la Región y de cada una de las provincias, se ofrece en el apartado siguiente, pues dichos datos se utilizarán para realizar el cálculo de emisiones.

5.1.2.2 Cálculo de emisiones

Para calcular las emisiones del sector transporte se han de tener en cuenta todas aquellas emisiones procedentes de la combustión y evaporación de combustible en

la actividad de transporte. Por tanto, podemos distinguir claramente cuatro sub-sectores:

1. **Aviación civil:** emisiones procedentes de la aviación civil incluidos los aterrizajes, los despegues y la combustión en tránsito.
2. **Transporte por carretera:** emisiones procedentes de los vehículos para transporte de mercancías y pasajeros por carretera.
3. **Navegación:** emisión procedente de los combustibles utilizados en el transporte marítimo y fluvial, que no afecta al caso de Castilla y León.
4. **Otros:** por ejemplo, las actividades en tierra de puertos y aeropuertos, el transporte militar, las actividades de transporte en la realización de actividades agrícolas, etc.

5.1.2.2.1 DATOS DEL MMA

Según los datos facilitados por el Ministerio de Medio Ambiente, las emisiones generadas en actividades de combustión en el sector transporte de Castilla y León han evolucionado como muestra el gráfico siguiente:

Gráfico 5.3 Emisiones del Sector Transporte en Castilla y León.
(Miles de toneladas equivalentes de CO₂)

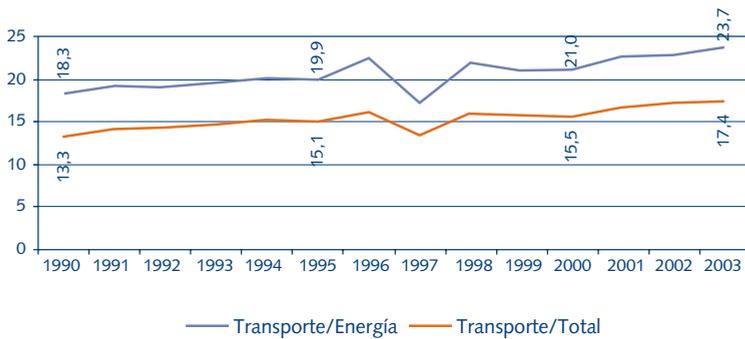


Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del MMA.*

Las emisiones del sector de transporte en Castilla y León alcanzaron las 7.814.980 toneladas equivalentes de CO₂ en el año 2003, tras una tendencia sostenida y creciente desde el año de referencia, 1990. Este volumen de emisiones supone una

media del 20,62% de las emisiones del grupo Energía en Castilla y León y una media del 15,33% sobre las emisiones totales de la Comunidad Autónoma, pesos relativos que se han ido incrementando de manera casi continua desde 1990 como podemos observar en el siguiente gráfico¹²⁸.

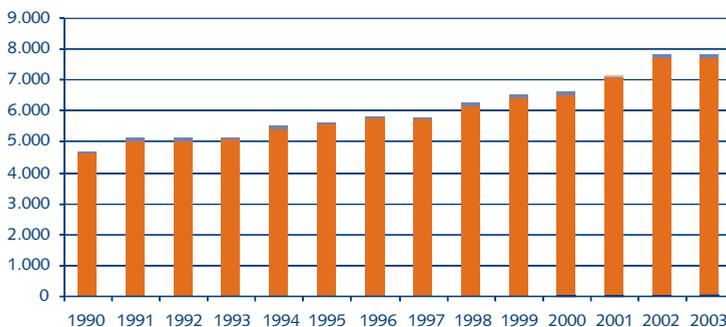
Gráfico 5.4 Peso del Sector Transporte en las emisiones totales de Castilla y León. (Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Como observamos en el gráfico 5.5, las emisiones del sector transporte en Castilla y León corresponden, principalmente, al subsector transporte por carretera, responsable de más del 98% de ellas.

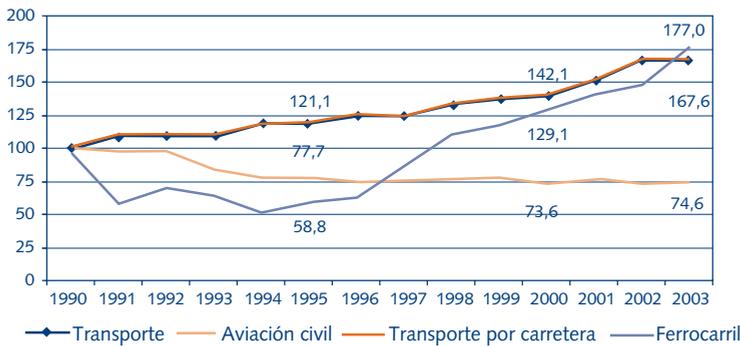
Gráfico 5.5 Emisiones del Sector Transporte en Castilla y León por subsector. (Miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Como se puede apreciar en el gráfico y cuadros siguientes, estas emisiones han crecido un 66,4% en todo el periodo considerado, lo cual supone una tasa media de crecimiento anual del 3,99%. Dado que casi el 100% de las emisiones del sector son atribuibles al transporte por carretera, las tasas de crecimiento de este subsector son similares a las del total. Las emisiones de la aviación civil han crecido algo más (77,04% en todo el periodo, 4,49% al año) y, sin embargo, las del ferrocarril han disminuido una media del 2,22% anual (25,36% para todo el periodo).

Gráfico 5.6 Evolución de las emisiones del Sector Transporte en Castilla y León. (Números índice 1990 = 100)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Cuadro 5.1 Crecimiento de las emisiones del Sector Transporte en Castilla y León. (Tasas de variación)

	Tasa 1990/2003	Tasa media de variación anual 1990/2003
Aviación civil	77,06	4,49
Transporte por carretera	67,61	4,05
Ferrocarril	-25,36	-2,22
Total sector transporte	66,40	3,99

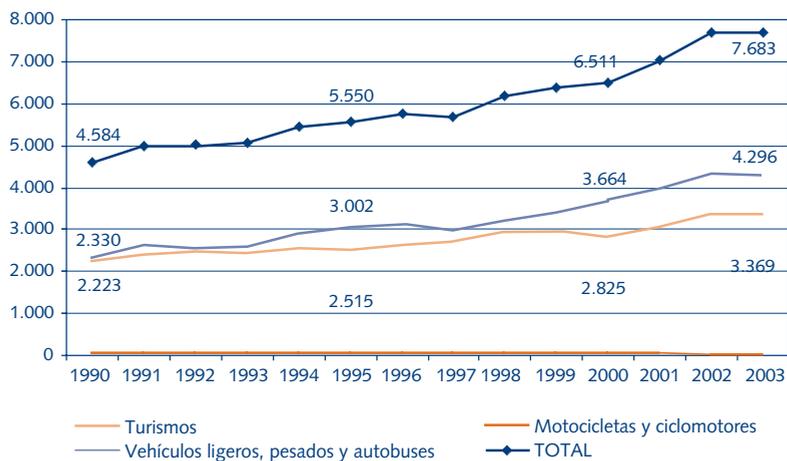
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Emisiones del Subsector Transporte por Carretera

La evolución de las emisiones en el subsector transporte por carretera y su distribución según la categoría de vehículo se pueden apreciar en los dos gráficos siguientes. Los vehículos ligeros, pesados y autobuses han generado, por término medio en los catorce años considerados, el 53,32% de las emisiones del subsector y su importan-

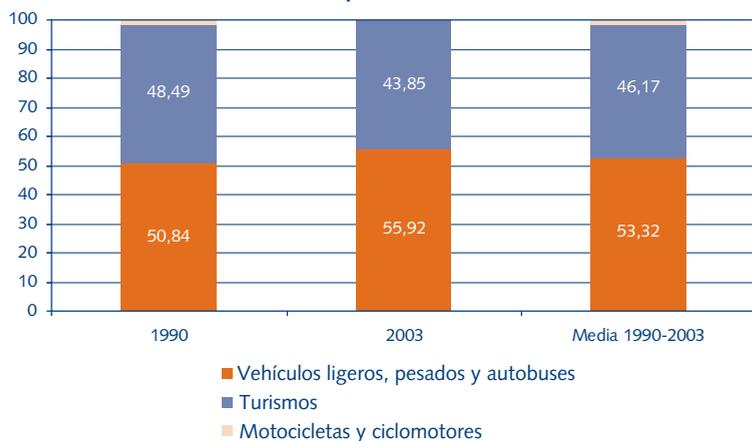
cia relativa creció significativamente en el periodo 2000-2003, alcanzando un peso del 56,3%. Dado que las emisiones de ciclomotores y motocicletas son marginales, los turismos presentan una evolución también creciente en términos absolutos, pero su peso relativo se reduce del 48,49% en 1990 al 43,85% en 2003.

Gráfico 5.7 Emisiones del Transporte por Carretera en Castilla y León. (Miles de toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

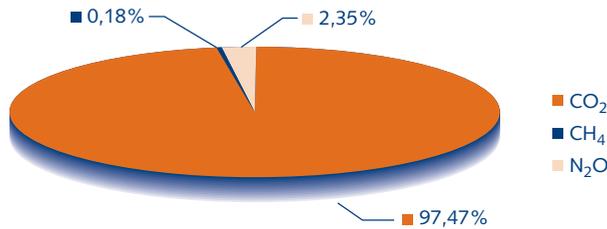
Gráfico 5.8 Distribución de las emisiones del Transporte por Carretera según categoría de vehículo. (Porcentajes sobre las emisiones totales del subsector)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Dada la importancia relativa del transporte por carretera en el sector, analizaremos sus emisiones de forma desagregada por tipo de gas emitido. Por término medio para el periodo considerado, el 97,89% de las emisiones lo fueron de CO₂, el 1,84% de N₂O y un marginal 0,27% de CH₄. La variación de esta distribución ha sido relativamente escasa y afecta a una disminución del peso de las emisiones de CO₂ (que pasan de representar el 98,32% en 1990 al 97,47% en 2003) y CH₄ (del 0,34% en 1990 al 0,18% en 2003) en favor de las de N₂O (del 1,33% en 1990 al 2,35% en 2003).

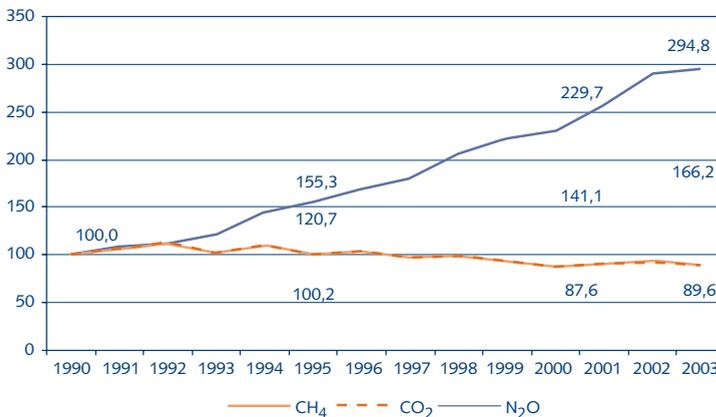
Gráfico 5.9 Distribución de las emisiones del Transporte por Carretera por tipo de gas. Toneladas equivalentes de CO₂. 2003



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

Aún siendo mínimas, las emisiones de N₂O han aumentado un 194,8% durante el periodo considerado, las de CO₂ un 66,2% y las de CH₄ han disminuido un 10,1%.

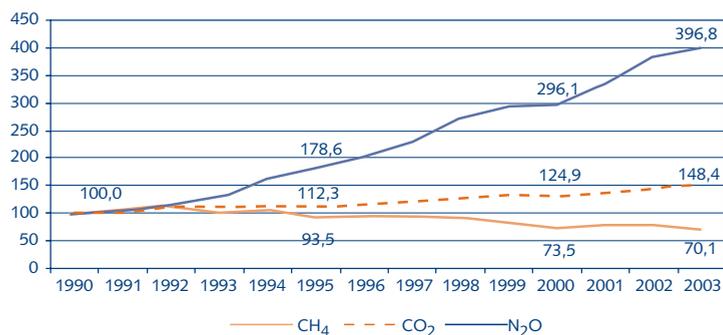
Gráfico 5.10 Evolución de las emisiones del Transporte por Carretera según tipo de gas. (Números índice 1990 = 100)



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

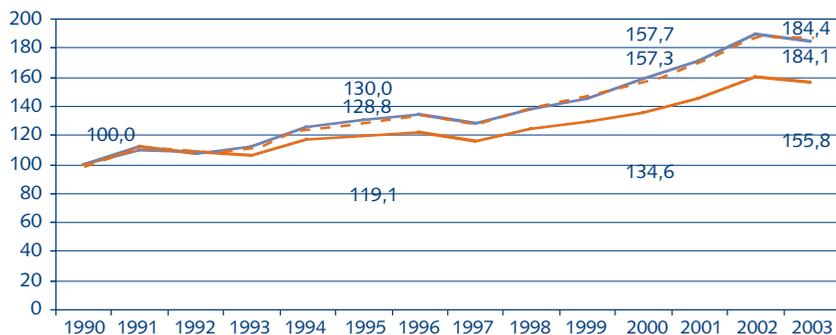
Vistas estas diferencias, analicemos la evolución de emisiones por tipo de gas en cada categoría de vehículo, puesto que como muestran los dos siguientes gráficos, la evolución ha sido muy diferente y ha repercutido en la distribución por categoría de las emisiones.

Gráfico 5.11 Evolución de las emisiones de los Turismos según tipo de gas. (Números índice 1990 = 100)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Gráfico 5.12 Evolución de las emisiones de los Vehículos Pesados, Ligeros y Autobuses según tipo de gas. (Números índice 1990 = 100)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Las emisiones de N₂O han crecido un 197% en la categoría turismos y solamente un 84% en la categoría vehículos pesados, ligeros y autobuses. Esto ha generado que los primeros hallan pasado de generar el 52,2% de las emisiones totales de este gas en 1990 a generar el 70,2% en 2003.

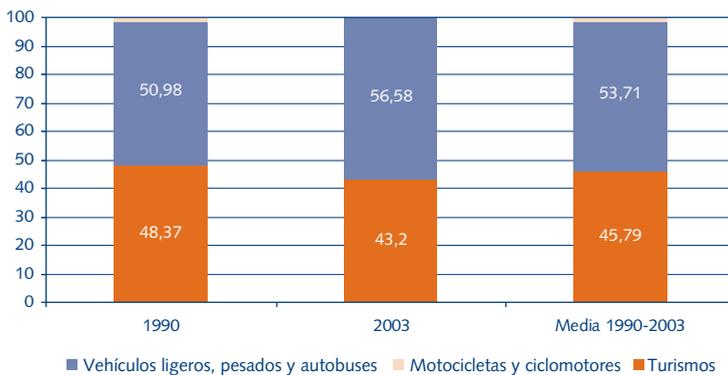
Gráfico 5.13 Participación de cada categoría de vehículo en las emisiones de N₂O. Porcentaje sobre emisiones totales de N₂O del Transporte por Carretera



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

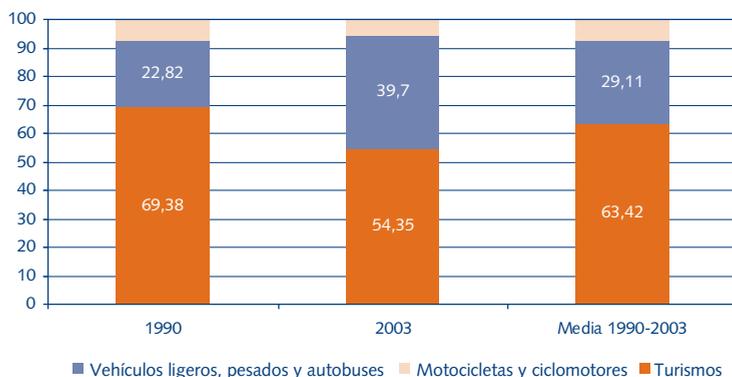
Al contrario, aunque en menor medida, las emisiones de CO₂ han crecido un 48% en la categoría turismos y un 84% en la categoría vehículos pesados, ligeros y autobuses, por lo el peso de estos últimos en las emisiones totales de CO₂ ha aumentado del 51% en 1990 al 56,6% en 2003. Dado el peso de las emisiones de CO₂ en las emisiones totales de GEI en el transporte por carretera, esta evolución explica el aumento de la responsabilidad de los vehículos pesados, ligeros y autobuses en dichas emisiones totales.

Gráfico 5.14 Participación de cada categoría de vehículo en las emisiones de CO₂. Porcentaje sobre emisiones totales de CO₂ del Transporte por Carretera



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

Gráfico 5.15 Participación de cada categoría de vehículo en las emisiones de CH₄. Porcentaje sobre emisiones totales de CH₄ del Transporte por Carretera



Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

Y con respecto a las emisiones de CH₄, han disminuido un 30% en los turismos pero han aumentado un 55% en las furgonetas, camiones y autobuses, por lo que el cambio en la distribución de los totales es radical: mientras en 1990 los vehículos pesado en 1990 generaban el 23% de las emisiones de CH₄, en 2003 generan casi el 40%.

Comparación con las emisiones del sector en España

Con respecto a las emisiones totales GEI del sector transporte en España, tomadas del Inventario Español de Gases de Efecto Invernadero 1990-2003, las emisiones castellano y leonesas suponen el 8,06% del total nacional (8,39% en 1990).

Cuadro 5.2 Emisiones GEI castellanoleonésas y españolas del Transporte por Carretera

Emisiones: Miles de toneladas equivalentes de CO ₂				
España	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Total
1990	50.442	678	234	51.355
2003	87.135	2.298	189	89.622
Castilla y León	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Total
1990	4.507	61	16	4.584
2003	7.488	180	14	7.683

Emisiones: Castilla y León con respecto a España. Porcentajes				
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Total
1990	8,93	9,01	6,71	8,93
2003	8,59	7,84	7,43	8,57

Parque móvil: Castilla y León con respecto a España. Porcentajes				
	Turismos	Vehículos ligeros, pesados y autobuses	Motocicletas	Total
1990	5,61	5,82	3,11	5,47
2003	5,58	5,52	3,25	5,42

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2005) y DGT.

Por subsectores, la aviación civil contribuye únicamente con el 0,006% a las emisiones nacionales (0,004% en 1990), por lo que la práctica totalidad de la contribución de Castilla y León se debe al subsector transporte por carretera. Como podemos observar en el anterior cuadro, el peso de las emisiones castellanoleonesas en este subsector se eleva al 8,6% del total nacional (con una ligerísima disminución con respecto a 1990), mientras que su parque móvil sólo supone el 5,4%.

5.1.2.2.2 ESTIMACIONES PROPIAS

Como ya hemos visto, el transporte rodado responde de más del 98% del total de emisiones del sector, por lo que le prestaremos una especial atención e incluso ofreceremos resultados provinciales.

El transporte por carretera emite cantidades considerables de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y otros contaminantes no GEI como monóxido de carbono (CO), otros compuestos orgánicos diferentes al metano (COVDM), dióxido de azufre (SO₂), partículas y óxidos de nitrógeno (NO_x).

Las dificultades de medición de este sector se deben, principalmente, al elevado número de fuentes móviles que son responsables de las emisiones, cada una de ellas con particulares características técnicas de utilización, de consumo, de tipo de combustible utilizado, etc.

Según el Manual de Buenas Prácticas del IPCC¹²⁹ la mejor forma de calcular las emisiones de CO₂ es teniendo en cuenta la cantidad y el tipo de combustible utilizado y su contenido de carbono. Las emisiones de CH₄ y N₂O son más difíciles de estimar con exactitud porque los factores de emisión dependen de la tecnología del vehículo, el combustible y las características de funcionamiento. Según este mismo

manual, se pueden aplicar dos métodos diferentes para calcular las emisiones de este sector, uno basado en los kilómetros recorridos por cada vehículo y otro basado en el consumo de combustible. Pero teniendo en cuenta, como decíamos, la cantidad de fuentes móviles a las que afecta esta medición, tanto los datos de actividad (kilómetros recorridos por cada vehículo) como el consumo desagregado de combustible, resultan imposibles de obtener. Por otro lado, si ya resulta muy complicado obtener una distribución de la flota nacional de vehículos por combustible utilizado o por tecnología de reducción de las emisiones incorporada, el cálculo de estos datos a escala regional se hace imposible.

Ante esta situación, existen estudios que nos ofrecen factores de emisión por término medio y que recogen valores representativos para cuyo cálculo se han tenido en cuenta, en la medida de lo posible, los factores de influencia antes citados. Este es el caso del Programa AUTO OIL II de la Comisión Europea¹³⁰, que ofrece factores de emisión específicamente referidos a España, cuando el IPCC hace referencia, en el mejor de los casos, a factores de emisión referidos a Europa en general¹³¹.

De esta forma, siguiendo el IPCC y utilizando los factores de emisión proporcionados por Auto Oil II, el cálculo de las emisiones de este sector se realizó conforme a la siguiente fórmula:

$$E_i = \sum (F_{jk} * KPV_k * N_k), \text{ donde}$$

E_i = emisión anual del contaminante "i" (toneladas de i / año)

F_{ik} = factor de emisión del contaminante "i" para una categoría de vehículo "k" (g/km)

KPV_k = Distancia media anual recorrida por la categoría de vehículo "k" (miles km / vehículo año)

N_k = número de vehículos de la categoría "k" (miles)

Como hemos dicho, los datos referidos a los factores de emisión de cada contaminante y a las distancias medias anuales recorridas por cada categoría de vehículos se tomaron del programa Auto Oil II de la Comisión Europea y están referidos a España.

Los datos de parque móvil se tomaron de la Dirección General de Tráfico. La desagregación provincial del año 1990 se ha estimado a partir de los datos nacionales.

Y se utilizó la siguiente división de vehículos por categorías:

1. Turismos (diésel y gasolina).
2. Camiones y furgonetas¹³².
3. Autobuses.
4. Motocicletas.

Estas cuatro categorías, para el año de referencia 2003, suponían el 96,01% del parque móvil total de Castilla y León.

Cuadro 5.3 Parque móvil de Castilla y León. 1990

	Turismos	Camiones y furgonetas	Autobuses	Motocicletas	Otros	Total
Ávila	43.349	12.187	94	2.446	1.342	59.418
Burgos	96.932	18.519	345	4.282	3.816	123.893
León	135.098	29.081	567	6.804	3.562	175.113
Palencia	47.749	9.040	212	2.181	1.676	60.859
Salamanca	90.994	18.105	406	4.252	1.967	115.725
Segovia	43.438	9.946	246	2.213	1.552	57.394
Soria	25.565	6.638	74	1.569	1.027	34.873
Valladolid	138.484	20.939	511	7.341	3.615	170.889
Zamora	51.563	11.455	201	2.281	1.475	66.975
Total CyL	673.172	135.911	2.656	33.370	20.030	865.138

Fuente: *Elaboración propia a partir de DGT.*

Cuadro 5.4 Parque móvil de Castilla y León. 2003

	Turismos	Camiones y furgonetas	Autobuses	Motocicletas	Otros	Total
Ávila	67.494	21.281	119	3.492	3.765	96.151
Burgos	152.373	31.561	386	6.546	10.173	201.039
León	209.117	49.895	676	10.131	10.061	279.880
Palencia	72.573	15.071	254	3.031	4.324	95.253
Salamanca	140.861	30.495	491	6.236	5.250	183.333
Segovia	69.241	16.851	316	3.314	4.479	94.201
Soria	39.245	11.914	84	2.234	2.803	56.280
Valladolid	211.416	34.886	595	10.817	9.849	267.563
Zamora	79.841	19.411	217	3.448	4.430	107.347
Total CyL	1.042.161	231.365	3.138	49.249	55.134	1.381.047

Fuente: *DGT. Anuario 2003.*

Los factores de emisión por categoría de vehículo y año para cada contaminante principal (CO₂, CH₄ y N₂O) se muestran en los cuadros siguientes:

Cuadro 5.5 Factores de emisión por categoría de vehículo y contaminante

	Gramos de CO ₂ /Km	
	1990	2003
Turismos	180,40	165,08
Camiones y furgonetas	527,04	511,89
Autobuses	785,70	762,23
Motocicletas	55,94	45,44

	Gramos de CH ₄ /Km	
	1990	2003
Turismos	0,0768	0,0181
Camiones y furgonetas	0,1159	0,0683
Autobuses	0,3689	0,2988
Motocicletas	0,0961	0,0804

	Gramos de N ₂ O/Km	
	1990	2003
Turismos	0,0068	0,0331
Camiones y furgonetas	0,0235	0,0244
Autobuses	0,0000	0,0000
Motocicletas	0,0010	0,0010

Fuente: COMISIÓN EUROPEA (1999). *Auto Oil II*

Los datos sobre kilómetros medios anuales recorridos por cada categoría de vehículos, para los años 1990 y 2003 se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.6 Kilómetros medios recorridos al año por categoría de vehículo

	1990	2003
	(Km vehículo/año)	(Km vehículo/año)
Turismos	15.148	15.753
Camiones y furgonetas	20.053	20.305
Autobuses	82.938	120.888
Motocicletas	17.241	13.828

Fuente: COMISIÓN EUROPEA (1999). *Auto Oil II*.

Con los datos anteriores, podemos calcular las emisiones de gases de efecto invernadero por categoría de vehículo siguiendo la fórmula recogida anteriormente. Los resultados obtenidos para el total de la Comunidad de Castilla y León se muestran en los cuadros siguientes y los resultados provinciales en los cuadros del anexo.

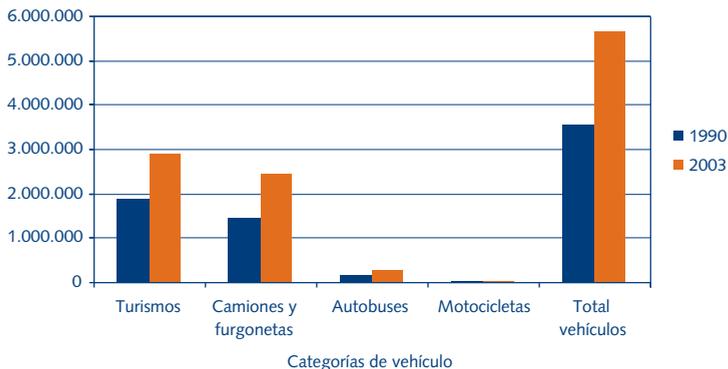
Cuadro 5.7 Emisiones GEI en el sector Transporte por Carretera. Castilla y León

	Año 1990			
	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	1.839.589,58	782,81	68,88	1.877.381,82
Camiones y furgonetas	1.436.429,59	315,90	64,12	1.462.939,64
Autobuses	173.052,42	81,25	0,00	174.758,71
Motocicletas	32.183,42	55,31	0,57	33.520,64
Total vehículos	3.481.255,01	1.235,28	133,56	3.548.600,80

	Año 2003			
	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	2.710.170,44	297,26	543,31	2.884.838,64
Camiones y furgonetas	2.404.809,00	321,03	114,46	2.447.033,01
Autobuses	289.148,11	113,35	0,00	291.528,44
Motocicletas	30.945,03	54,79	0,67	32.303,03
Total vehículos	5.435.072,58	786,42	658,44	5.655.703,11

Fuente: Estimación propia.

Gráfico 5.16 Emisiones del Transporte por Carretera en Castilla y León por categoría de vehículo. (Toneladas equivalentes de CO₂)



Fuente: Estimación propia.

Las emisiones totales de los gases de efecto invernadero considerados, debidas al transporte por carretera en Castilla y León, crecieron de 3,5 millones de toneladas equivalentes de CO₂ en 1990 a 5,6 millones de toneladas equivalentes en 2003, lo cual supone un incremento del 59,38%, tasa muy similar al crecimiento del parque móvil (59,03%).

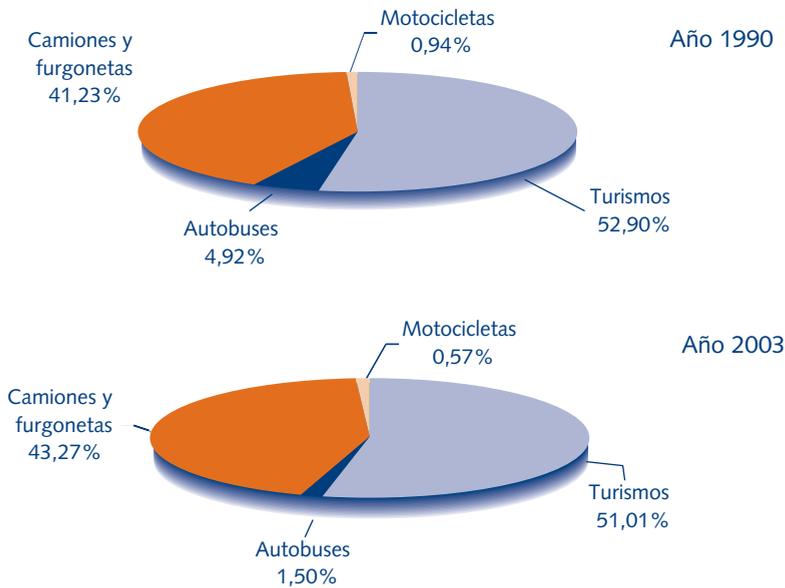
Cuadro 5.8 Tasas de variación de las emisiones del Transporte por Carretera y del Parque móvil. 1990/2003

	Emisiones totales	Parque móvil
Turismos	53,66	54,81
Camiones y furgonetas	67,27	70,23
Autobuses	66,82	18,15
Motocicletas	-3,63	47,58
Total vehículos	59,38	59,63

Fuente: *Estimación propia.*

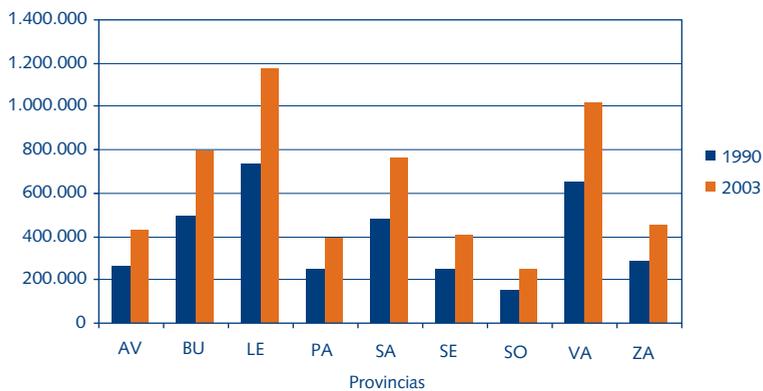
Los turismos son responsables de algo más del 50% de las emisiones totales, aunque su peso relativo ha disminuido ligeramente con respecto al primer periodo considerado. Al contrario, pero en medida similar, ha ocurrido con las categorías Camiones y furgonetas (que aportan algo más del 40% de las emisiones totales) y Autobuses (cuya aportación ronda el 5% del total).

Gráfico 5.17 Distribución de las emisiones del Transporte por Carretera según la categoría de vehículo. (Porcentajes)



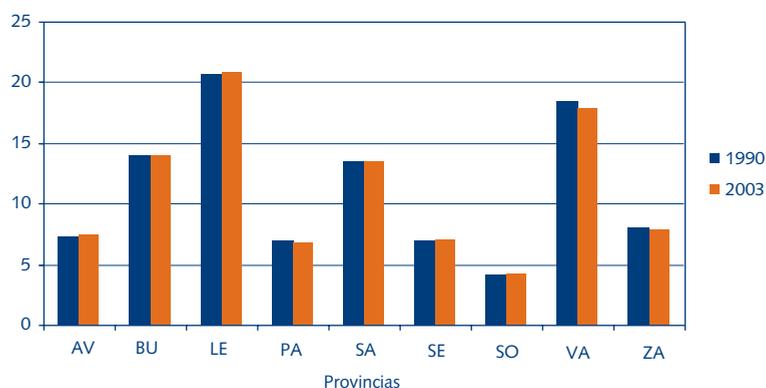
Fuente: Estimación propia.

Gráfico 5.18 Emisiones totales del Transporte por Carretera por provincias. (Toneladas equivalentes CO₂)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5.19 Distribución provincial de las emisiones totales del Transporte por Carretera. (Porcentajes)



Fuente: *Estimación propia.*

Como se puede observar en los gráficos anteriores, la distribución provincial de las emisiones se mantiene muy estable en los dos periodos de tiempo considerados con un fuerte predominio de las provincias de León, Valladolid, Burgos y Salamanca por su mayor participación en el parque móvil de la Comunidad. Y en las nueve provincias, el aumento de emisiones es similar, aunque Ávila, Burgos, León, Segovia y Soria han experimentado un crecimiento de las emisiones mayor que la media.

Cuadro 5.9 Tasas de variación de las emisiones del Transporte por Carretera y del Parque móvil. 1990/2003. (Porcentajes)

	Emisiones totales	Parque móvil
Ávila	63,13	59,08
Burgos	60,21	58,95
León	60,23	57,28
Palencia	56,47	53,64
Salamanca	58,89	56,55
Segovia	62,79	60,67
Soria	63,47	58,00
Valladolid	55,78	54,07
Zamora	58,79	57,13
Total Castilla y León	59,38	56,89

Fuente: *Estimación propia.*

Como es evidente y fácil de apreciar en el cuadro anterior, el aumento de las emisiones guarda relación con el aumento del parque automovilístico. Sin embargo, también influyen las otras variables consideradas en el cálculo. Así, mientras que los factores de emisión de CO₂ y CH₄ descendieron para todas las categorías de vehículos, sobre todo debido a la disminución del consumo por unidad de distancia recorrida, el factor de emisión de N₂O aumentó en gran medida, sobre todo en la categoría de turismos por el incremento en el uso de catalizadores, y también lo hizo el número medio de kilómetros recorridos al año por cada categoría de vehículo, especialmente en el caso de los autobuses y con la excepción de las motocicletas.

Cuadro 5.10 Tasas de variación de los factores de emisión y de los kms medios recorridos al año para cada categoría de vehículo. 1990/2003

	Factor emisión CO ₂	Factor emisión CH ₄	Factor emisión N ₂ O	Kms recorridos
Turismos	-8,49	-76,41	389,93	3,99
Camiones y furgonetas	-2,87	-41,04	3,57	1,26
Autobuses	-2,99	-19,00	0,00	45,76
Motocicletas	-18,77	-16,32	-0,21	-19,80

Fuente: *Estimación propia.*

5.1.3 MARCO EN QUE SE DESENVUELVE

5.1.3.1 Medidas y políticas posibles

Las políticas que afectan a las emisiones de GEI en el sector del transporte tienen su origen en diversos contextos. Por un lado, las directrices sobre volúmenes totales de emisiones, control de la calidad del aire y estrategias genéricas de lucha contra el cambio climático, consecuencia lógica de la importancia relativa que alcanzan las emisiones del Sector sobre las emisiones totales de GEI en todos los ámbitos geográficos. En segundo lugar, las estrategias sectoriales específicas, que desde hace unos años, prestan especial atención a los impactos medioambientales de la actividad, buscando alternativas para que los costes de la reducción de las emisiones se repartan adecuadamente entre usuarios, oferentes y administración pública. En tercer lugar, el volumen de emisiones del sector se ve directamente afectado por la regulación relacionada con los combustibles, tanto tradicionales como alternativos. Y, finalmente, en cada uno de estos casos nos encontramos con referencias que emanan de dos ámbitos: el europeo y el estatal, que aplican las exigencias y orientaciones superiores generadas en Naciones Unidas.

El Programa Auto Oil

Uno de los principales programas de investigación desarrollados en relación a las emisiones del transporte por carretera ha sido el Programa Auto Oil¹³³, creado en 1992 por las Direcciones Generales de Asuntos Económicos y Financieros, Empresa e industria, Transporte y Energía, Medio Ambiente, Investigación y Fiscalidad y Unión Aduanera de la Comisión Europea.

El primer programa Auto-Oil se creó para establecer el fundamento analítico de la fijación de las normas de la calidad del combustible y de la emisiones de los vehículos en el año 2000 y posteriores. Existía la necesidad de una evaluación objetiva de la manera más rentable de reducir las emisiones del sector del transporte por carretera para conseguir unas nuevas normas de calidad del aire que estaban fijándose entonces. La Comisión invitó por tanto a las industrias europeas del automóvil y de refino del petróleo a participar en un programa de trabajo técnico con este objetivo. Los resultados del Auto Oil I se tradujeron en dos propuestas de directivas que fijan las normas de calidad del combustible y de emisión de los vehículos, así como un número limitado de normas orientativas relativas a las emisiones de los vehículos.

El segundo programa Auto Oil empezó a trabajar en 1997 con el objetivo de evaluar las tendencias futuras de las emisiones y la calidad del aire (modelización de la calidad del aire urbano en 10 ciudades europeas), establecer un marco consistente para evaluar distintas opciones de reducción de emisiones, aplicando los principios de coste-efectividad, rigor científico y transparencia y proporcionar una base para la transición a estudios de calidad de aire que cubran todas las fuentes de emisiones. Entre las conclusiones específicas del programa podemos reseñar las siguientes:

- A pesar del crecimiento de la demanda de transporte por carretera, las emisiones de todos los contaminantes (excepto de CO₂) generadas en este subsector caerán a menos del 20% de sus niveles en 1995 antes de 2020. Las emisiones de CO₂ continuarán aumentando hasta 2005 antes de estabilizarse.
- Esta reducción de las emisiones se traducirá en una amplia mejora de la calidad del aire urbano antes de 2010. Se espera que el número de habitantes de las ciudades en donde se superen simultáneamente los objetivos de cuatro o más contaminantes se reduzca de más de 40 millones en 1995 a menos de 4,5 millones en 2010 .
- Se ha creado y ensayado el modelo TREMOVE, que analiza de forma integrada los costes y los efectos (en términos de reducción de las emisiones) de una serie amplia de medidas técnicas y no técnicas relativas al transporte por carretera.

Uno de los resultados más interesantes del programa Auto Oil ha sido conseguir la participación de partes interesadas muy diversas (incluidos los Estados miembros, el Parlamento Europeo, la industria, expertos especializados y las ONG) desde la fase inicial de formulación de políticas, lo cual ha garantizado que sus resultados estén basados en la mejor información científica disponible.

Programa Europeo contra el Cambio Climático (PECC)

El Programa Europeo contra el Cambio Climático (PECC) se elaboró con la consulta de un amplio número de interesados, así como siete grupos técnicos de trabajo sectoriales (mecanismos flexibles, oferta y consumo energéticos, transporte, industria, agricultura y otros). Las medidas que recoge su Primer Informe (2001)¹³⁴ respecto al sector del transporte se refieren a la modificación del balance intermodal del sector (recuperación de vías férreas, mejora de puertos marítimos...); a la internalización de los costes y la mejora en el uso de infraestructuras (peajes y tasas); a la mejora de la eficiencia de los vehículos mediante acuerdos con la industria y medidas fiscales; y a la promoción del uso de biocombustibles.

Libro Blanco sobre la Política Común de Transportes. La política Europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad.

El Libro Blanco sobre la Política Común de Transportes¹³⁵ contiene unas 60 medidas que deben tomarse a nivel comunitario, varias de las cuales contribuyen a la reducción de emisiones de gases de invernadero. Su objetivo principal es la desconexión progresiva del crecimiento del transporte y del crecimiento económico mediante un reequilibrio de los modos de transporte, la supresión de los puntos de estrangulamiento y el diseño de una política adecuada de transportes con incidencia en su seguridad y calidad.

Las principales medidas recogidas en estos dos últimos documentos son las siguientes:

1. Propuesta para modificar el equilibrio entre los distintos modos de transporte

Siguiendo la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE adoptada en el Consejo Europeo de Gotemburgo de junio de 2001¹³⁶, para romper el vínculo entre crecimiento económico y crecimiento del transporte es necesario estabilizar el reparto del mismo por modos al nivel de 1998 en 2010 y contener el crecimiento del transporte por carretera fomentando el uso del ferrocarril, de las vías fluviales interiores y del transporte marítimo. Dado que ya ha habido un gran número de planes locales o de empresa sobre intermodalidad y mejora de la logística, que han dado lugar a reducciones de emisiones de CO₂ de hasta el 50% en algunos sectores, la extrapolación de estos resultados a aplicaciones

a escala comunitaria ofrece un gran potencial de reducción. En este sentido, las principales actuaciones tienen por objeto:

- revitalizar el ferrocarril, con un paquete de medidas sobre apertura del mercado, mejora de la seguridad, fortalecimiento de la interoperabilidad y garantía de calidad del servicio¹³⁷,
- mejorar el transporte por las vías navegables interiores mediante la normalización de requisitos técnicos y la armonización de certificados y de condiciones de trabajo,
- fomentar el transporte marítimo a corta distancia mejorando la calidad de los servicios portuarios y desarrollando la infraestructura necesaria para la creación de autopistas marítimas¹³⁸,
- fomentar la intermodalidad mediante un nuevo programa de apoyo (Marco Polo) y mediante un nuevo marco comunitario sobre integradores del transporte de mercancías y normalización de unidades de transporte y técnicas de carga. Este programa se aprobó en diciembre de 2002. Financiará nuevas alternativas de transporte internacional de mercancías por carretera que deberán contribuir a cambiar el incremento esperado de 12 billones de toneladas/km al año de transporte por carreteras congestionadas al ferrocarril, a los trayectos cortos por mar y al transporte fluvial, mejorando los servicios y la logística de estos modos medioambientalmente más correctos. El Programa dispone de un presupuesto de 75 millones de euros para el periodo 2003-2006¹³⁹.

2. Internalización de costes. Mejora del uso de las infraestructuras

Existe un claro consenso en que los costes del transporte no incluyen plenamente los costes externos causados por las actividades de este sector y se tratan de manera desigual en los distintos modos de transporte. Por ejemplo, contrario a toda expectativa, las tarifas variables para el transporte de mercancías por carretera se redujeron efectivamente entre 1998 y 2001¹⁴⁰.

Fomentando modos de transporte más correctos desde un punto de vista ambiental y un sistema de peajes eficiente, se reducirán la congestión de las vías, los accidentes, las molestias ambientales (polución, ruido, etc.) y las emisiones de CO₂. También supondría un incremento de ingresos que podrían ser utilizados para financiar mejoras en la infraestructura viaria pública. El Grupo de Trabajo de Transportes del PECC determinó que existe un potencial de 40-60 Mt/año de reducción de emisiones de CO₂ mediante la aplicación de medidas tarifarias y de mejora del uso de las infraestructuras. Si los peajes se utilizaran de manera amplia en todas las formas de transporte y en todas las regiones, se podría reducir el tráfico rodado entre un 5% y un 15%, lo cual significaría una reducción similar de las emisiones de CO₂¹⁴¹.

La internalización de los costes externos incentivaría a los usuarios a conducir vehículos más limpios y más seguros y a evitar horas punta, con lo que se reduciría la congestión y los accidentes¹⁴².

3. Fomento del uso de biocombustibles en el transporte

El objetivo fundamental de este conjunto de medidas es crear un marco comunitario que fomente el uso de biocombustibles en el transporte, siguiendo los objetivos que destacaba el *Libro Blanco para una Estrategia Comunitaria y un Plan de Acción sobre Fuentes de Energías Renovables en 1997*¹⁴³. Las previsiones del *Libro Verde sobre la Seguridad de Abastecimiento Energético (2002)*¹⁴⁴ indican un posible ahorro energético de gasóleo y gasolina que se sitúa en torno a los 17,5 Mtep para el 2010, lo cual daría lugar a un ahorro de emisiones de CO₂ de, aproximadamente, 35-40 Mt a un coste de 100€ por tonelada.

En 2003, los biocombustibles únicamente representaban el 0,6% del diésel y la gasolina consumidos en la UE-15 y el principal inconveniente para aumentar su uso es el coste actual para los usuarios finales de los mismos y su falta de competitividad frente a los combustibles fósiles.

4. Mejora de la eficiencia de los vehículos

La **imposición fiscal sobre los combustibles** es una herramienta importante que proporciona un incentivo directo a mejorar la eficiencia del transporte y, por tanto, a reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Además, también puede servir para cubrir los costes de las infraestructuras y los costes externos de congestión, ruido, etc. No obstante, y a pesar de que el combustible para el transporte por carretera sigue siendo más barato en términos reales que hace veinte o treinta años (aunque los impuestos han sido crecientes) se han apreciado bastantes dificultades en el establecimiento de más impuestos sobre combustibles fósiles en el transporte por carretera¹⁴⁵.

Sin embargo, en este ámbito, una de las medidas con más impacto real sobre la reducción de emisiones, ha sido la firma de **acuerdos voluntarios con los fabricantes de vehículos**¹⁴⁶ que hasta el momento afectan únicamente a los turismos y tienen como objetivo conseguir una emisión de 140gCO₂/km en 2008 y de 120gCO₂/km en 2010 frente a los 186g de 1995. Los objetivos intermedios se están consiguiendo, pues en 2003 las emisiones de los turismos nuevos se situaban en 164gCO₂/km. Estos avances han contribuido a mejorar en un 2% la eficiencia energética global de la flota de vehículos europea. No obstante, el aumento de la cuota de ventas de los vehículos diésel, que parcialmente explica la reducción en el consumo de energía, también genera pre-

ocupación por sus mayores emisiones de partículas de óxidos de nitrógeno. De forma paralela, también se está trabajando sobre la promoción de los vehículos medioambientalmente eficientes (EEV), que utilizan total o parcialmente combustibles alternativos a los fósiles (por ejemplo, la pila de hidrógeno). Los combustibles para la navegación marítima y aérea no están cargados con ningún tipo de impuesto y el diésel y la electricidad utilizados por los ferrocarriles tampoco o algunos muy leves. Esta situación distorsiona la competencia entre los modos de transporte y los sectores no sujetos a imposición no disponen de incentivos para reducir sus emisiones. Específicamente, los incentivos a la reducción de las emisiones de la aviación son escasos¹⁴⁷.

5. Control de las emisiones en la aviación

En el caso de la aeronáutica, desde hace años las emisiones están reguladas internacionalmente por una normativa que durante la década de 1990 impuso criterios más estrictos. A partir de ese momento, se introdujeron mejoras que reducen los niveles de emisión, a pesar de las cuales se considera el subsector energéticamente menos eficiente¹⁴⁸. Además, esas normas sólo se refieren a las emisiones en aeropuertos o sus alrededores y no tienen en cuenta las emisiones producidas a altitud de crucero, que contribuyen al calentamiento terrestre. La razón se encuentra en las dificultades de imputación y medición de las emisiones de los vuelos internacionales, por lo que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático las ha dejado pendientes de un acuerdo que se ha de tomar en el seno de la OACI (Organización de la Aviación Civil). Como quiera que los 188 países miembros de la OACI no logran llegar a un consenso, en el ámbito de la Unión Europea, el documento *Ganando la Batalla al Cambio Climático*¹⁴⁹ reconoce la urgente necesidad de abordar el problema, por lo que en septiembre de 2005 la Comisión ha presentado la Comunicación *Reducción del impacto de la aviación sobre el cambio climático*¹⁵⁰. En dicha Comunicación se reconoce que las medidas con mayor potencial para atenuar el impacto climático de la aviación son la investigación, la mejora en la gestión del tráfico (reducción de esperas, optimización de trayectos...) y la fiscalidad. En cuanto a la fiscalidad, la Comunicación estima que sería recomendable incluir las emisiones de la aviación en el mercado de derechos de emisión, para lo que se constituirá un Grupo de Trabajo a efectos de estudiar los métodos de asignación, sus impactos, etc.

El programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración denominado **“Estructuración del Espacio Europeo de la Investigación” (2002-2006)**¹⁵¹ pretende desarrollar el potencial de la investigación europea en el sector de la aeronáutica y del espacio, con vistas a mejorar la seguridad, la protección del medio ambiente y la competitividad de la industria. En

cuanto a la aeronáutica y el medio ambiente, los objetivos principales son reducir a la mitad el ruido emitido por los aviones, reducir a la mitad las emisiones de CO₂ por kilómetro-pasajero y disminuir en un 80% las emisiones de NO_x.

ÁMBITO NACIONAL

Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012

En el ámbito estatal, las principales medidas a tomar en la lucha contra el cambio climático están recogidas en la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (Estrategia E4)¹⁵², aprobada en diciembre de 2003.

El objetivo de la Estrategia E4 respecto al sector del transporte es incrementar el ahorro y la eficiencia en el uso de la energía, lo que repercutirá directamente en la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, en particular las de CO₂. Es decir, la Estrategia E4 en este sector no pretende ahorrar combustible en términos absolutos, sino hacer que el crecimiento del consumo de combustible fósil no sea tan rápido. El consumo actual de combustible fósil en este sector es aproximadamente 35.000 ktep, y la Estrategia intentará que en el año 2012 la demanda no supere los 48.000 ktep, 4.700 ktep menos de la cifra que hubiera alcanzado si se continua con el escenario tendencial actual¹⁵³.

Las 15 actuaciones previstas en la Estrategia E4 se clasificaron en tres grupos: cambio modal hacia modos más eficientes, uso eficiente del transporte y mejora de la eficiencia energética en los medios de transporte. La puesta en práctica de estas medidas de forma conjunta e integrada y no aislada se consideró fundamental para incrementar la eficiencia de la Estrategia. Asimismo, se considera imprescindible que todas las Administraciones se impliquen y cooperen en la puesta en implantación de las medidas correspondientes, máxime cuando muchas de las competencias están transferidas a las Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales. El Plan de Acción de la Estrategia E4¹⁵⁴, aprobado en julio de 2005, describe y concreta cada una de las quince medidas, especificando responsabilidades, actuaciones a desarrollar en los tres años del periodo 2005-2007, costes, ahorros energéticos y ahorros de emisiones de CO₂. La siguiente tabla muestra un resumen de estos aspectos para el global del periodo:

Cuadro 5.11 Estrategia E4. Plan de Acción 2005-2007.
Medidas en el Sector Transporte

Medidas	Inversión (Miles de €)	Apoyo público (Miles de €)	Ahorro Energía Primaria	Emissiones evitadas (Ktep) de CO ₂ (KtCO ₂)
Cambio modal				
1. Planes de movilidad urbana	807.326	52.326	552	1.640
2. Planes de transporte para empresas	147.000	17.000	281	835
3. Participación de medios colectivos en carretera	3.500	3.500	58	172
4. Mayor participación del ferrocarril	6.600	6.600	665	1.976
5. Mayor participación del Marítimo	1.800	1.800	75	230
Uso eficiente de los medio de transporte				
6. Gestión de infraestructuras de Transporte	3.400	3.400	1.182	3.512
7. Gestión de flotas de transporte por carretera	8.600	8.600	270	829
8. Gestión de flotas de aeronaves	3.300	3.300	84	100
9. Conducción eficiente del vehículo privado	5.800	5.800	385	1.144
10. Conducción eficiente de camiones y autobuses	2.700	2.700	470	1.443
11. Conducción eficiente en el sector aéreo	1.600	1.600	70	83
Mejora eficiencia energética de los vehículos				
12. Renovación flota de transporte por carretera	11.200	11.200	360	1.105
13. Renovación flota aérea	300	300	29	34
14. Renovación de flota marítima	200	200	18	58
15. Renovación parque automovilístico de turismos	9.820	9.820	445	1.322
Total medidas sector transporte	1.013.146	128.146	4.988	14.483

Fuente: *Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2005a).*

En el grupo de **cambio modal** se integran planes de movilidad urbana (estacionamientos disuasorios, reducción del acceso a los centro urbanos, mejora del transporte público...); planes de transporte para empresas con más de 200 trabajadores (coche compartido, ayudas en abonos de transporte...); mejora de los medios

colectivos de transporte por carretera (intercambiadores, mejora en las concesiones...); incremento de la participación del ferrocarril en el transporte de viajeros; e incremento de la participación del transporte marítimo de mercancías.

Entre las actuaciones de **uso eficiente de los medios de transporte** se especifican medidas para el desarrollo de la conducción eficiente; mejor gestión de las infraestructuras de transporte (bus-vao, carriles prioritarios...); y mejor gestión de flotas por carretera (gestión telemática, redes de control logístico...) y del tráfico aéreo (optimización de rutas, disminución del *tankering*...).

En cuanto a la **mejora de la eficiencia energética de los vehículos** se prevé la renovación de la flota de transporte de mercancías por carretera (mediante un programa de apoyos económicos), del parque automovilístico (mediante la modificación del Plan Prever e incentivos fiscales en la compra y el uso de los turismos) y de las flotas aérea y marítima (mediante acuerdos con las empresas del sector).

Pero, como reconoce el Plan Nacional de Asignación, las medidas efectivas y de calado en el terreno de la intermodalidad, que exigen realizar infraestructuras y cambios importantes en el régimen legal del transporte, no generarán resultados inmediatos. Las medidas puramente tecnológicas tampoco parece que ni en el corto, ni en el medio plazo puedan ofrecer resultados significativos. Y el aumento de la eficiencia energética resultará insuficiente en comparación con los crecimientos previsibles en la demanda de transporte por lo que se precisan otras medidas complementarias para adecuarse a las exigencias del Protocolo de Kyoto¹⁵⁵.

Plan de Energías Renovables en España 2005-2010

El Plan de Energías Renovables 2005-2010¹⁵⁶ fue aprobado en agosto de 2005 en sustitución del anterior Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, que había contribuido al avance de la utilización de biocarburantes mediante exenciones fiscales, primas específicas para las oleaginosas destinadas a la producción de biodiésel y normalización de las características del producto.

El nuevo Plan, y en lo que a sector transporte se refiere, tiene como objetivo un consumo de biocarburantes del 5,83% sobre el consumo de gasolina y gasóleo en 2010, lo cual equivale a 2.200 ktep (1.972 ktep más que las producidas en 2004). En función de los proyectos que actualmente están en ejecución o estudio, el Plan prevé que Castilla y León se sitúe (junto con Cataluña) a la cabeza del reparto regional de tal producción, pues se prevé en cada una de estas Comunidades una producción de 330 ktep en 2010.

Entre las medidas recogidas en el Plan se incluyen exenciones fiscales a la explotación de biocarburantes (bioetanol y biodiésel), desarrollo de las posibilidades que ofrece la Política Agraria Comunitaria para conceder ayudas a los cultivos energéticos,

desarrollo de una logística de recogida de aceites vegetales y desarrollo y selección de nuevas especies de oleaginosas adaptadas a las características agronómicas de España. Únicamente la primera de estas medidas está presupuestada, por un valor de 2.855,13 millones de euros, de los que algo más de la mitad corresponderán a bioetanol y el resto a biodiésel.

Si los objetivos se cumplen, el Plan espera que entre 2005 y 2010 se hayan evitado 15.793 miles de toneladas de emisiones de CO₂.

Plan Nacional de Reducción de Techos de Emisión

Con respecto a la calidad del aire, en julio de 2003 se aprobó el Programa Nacional de Reducción Progresiva de emisiones nacionales de SO₂, NO_x, COV y NH₃¹⁵⁷ con el objetivo de cumplir en 2010 la Directiva 2001/81/CE. Como ya hemos dicho, la reducción de emisiones en el sector del transporte afecta a los óxidos de nitrógeno y a los compuestos orgánicos volátiles, que no son gases de efecto invernadero, pero con los que comparten muchas de las medidas de mitigación de emisiones.

En el caso del sector del transporte, el Plan hace hincapié en:

- la oportunidad de mejoras tecnológicas a través de instrumentos como la renovación del parque de vehículos privados (concentrando los incentivos en la adquisición de vehículos menos contaminantes y diferenciando entre turismos de gasolina y de gasóleo), la introducción de combustibles menos contaminantes, la renovación o remodelación de la flota de vehículos industriales, la difusión de pautas de conducción con menores consumos y emisiones y la elaboración de planes de adquisición, gestión y mantenimiento de flotas de autobuses menos contaminantes;
- la instauración, a través de las Administraciones públicas y sectores privados, de planes de movilidad urbana, planes de movilidad en el centro de trabajo y de planes de mejora en la gestión logística de la capacidad de carga en el transporte de mercancías por carretera;
- el fomento del uso del ferrocarril para transporte de personas y mercancías y la navegación de cabotaje, así como el fomento del transporte público urbano e interurbano, el cobro de tarifas por el uso de las infraestructuras de transporte urbano (aparcamientos...) y la mejora de la red de carreteras (eliminación de travesías, mejoras de trazado...).

Plan Nacional de Control de Emisiones del Transporte Aéreo

Respecto al transporte aéreo, el Ministerio de Fomento está trabajando en la ejecución del Plan Nacional de Control de Emisiones del Transporte Aéreo, en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Industria, Turismo

y Comercio, y con la participación del sector privado, incluyendo compañías aéreas y aeropuertos, que contiene, como principales medidas y líneas de actuación en la reducción de las emisiones de GEI de la aviación civil la renovación de flotas, la mejora en los sistemas de tráfico aéreo, la mejora operativa, la reducción de la práctica del tankering, el incremento de factores de ocupación, la mejora de la gestión energética de instalaciones y el diseño de Códigos de Buenas Prácticas con compañías aéreas.

Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT)

En cuanto a medidas sectoriales, el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT)¹⁵⁸ estructurará la política de transporte en España hasta el año 2020. Uno de sus principales objetivos es transferir parte del incremento de la demanda de transporte desde modos intensivos en el uso de la energía y en la producción de GEI (transporte aéreo y transporte privado en carretera) hacia otros modos mucho más eficientes desde el punto de vista ambiental (transporte público, ferrocarril y transporte marítimo).

A través del PEIT también se pretende mejorar la eficiencia del sistema de transporte para disminuir la dependencia energética de la economía española. Para ello, se pretende disminuir al menos un 20 por ciento el consumo energético específico por viajero/km y ton/km en 2012 respecto a 1990, y alcanzar una reducción adicional en el horizonte de 2020 hasta llegar al 40 por ciento de los valores de 1990. Asimismo, se desarrollarán las propuestas aprobadas por la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética y, en particular, se aumentará el uso de combustibles alternativos frente a los convencionales.

Plan Estratégico para el Sector del Transporte de Mercancías por Carretera (PETRA)

Las mejoras medioambientales son una de las diez líneas de actuación que el Plan Estratégico del Transporte de Mercancías por Carretera¹⁵⁹ recoge para la modernización y mejora de la eficiencia del sector, aunque no se consideran objetivo prioritario y serán un elemento a desarrollar a medio plazo. Entre las medidas con impacto medioambiental contempladas por el plan se incluyen la renovación de las flotas (incentivos fiscales, renting...), la promoción de centros intermodales, la reducción de cargas en vacío, la implantación de sistemas de gestión medioambiental y ecoauditorías, la identificación pública de la adaptación medioambiental (distintivo "vehículo ecológico") o la penalización a los vehículos no adaptados a los requerimientos medioambientales (restricción en el uso de vías públicas).

Estrategia de Control de la Calidad del Aire de Castilla y León 2001-2010.

La Estrategia de Control de la Calidad del Aire de Castilla y León¹⁶⁰ define las líneas de actuación en el periodo 2001-2010 a favor de una atmósfera limpia sin que ello vaya en menoscabo del crecimiento industrial y económico de la Región. Específica y directamente, el sector del transporte se ve afectado por las siguientes actuaciones verticales:

- **E.2-V5:** Promoción del transporte público mediante el impulso y la concienciación ciudadana
- **E.2-V6:** Control de las emisiones de los vehículos super-emisores, estableciendo un mecanismo de identificación para que sean sometidos a inspecciones más rigurosas.
- **E.4-V3:** Promoción del uso de energías alternativas.

Estrategia de Educación Ambiental de Castilla y León 2003-2007

La Estrategia de Educación Ambiental de Castilla y León 2003-2007¹⁶¹ considera que el desarrollo de la educación ambiental se ha convertido en un requisito indispensable para el éxito de cualquier planificación o estrategia que tenga como último objetivo la consecución de modelos sostenibles de desarrollo. Esta Estrategia, que va dirigida a todas las personas y entidades implicadas en procesos educativos o de intervención social, realiza un diagnóstico de la situación medioambiental de Castilla y León y de la situación de la educación ambiental en función de la cual se marca unos objetivos generales y treinta y ocho objetivos específicos (difundir la estrategia y la educación ambiental, potenciar el acceso a la información ambiental y el debate, formar a los responsables políticos en educación ambiental, incrementar la relación de ésta con la gestión ambiental e incluirla en los programas educativos reglados, ampliar y mejorar el tratamiento de la educación ambiental en los medios de comunicación, fomentar la investigación en la materia...). Finalmente, detalla una serie de "recomendaciones transversales", agrupadas en catorce áreas, que pueden ser aplicadas en todo tipo de programas y en muy diferentes ámbitos. Una de esas áreas se refiere, específicamente, al tráfico y transporte y recoge las once medidas siguientes.

- Informar rigurosamente a los ciudadanos de las repercusiones socioambientales del masivo uso del transporte no colectivo.
- Fomentar una visión crítica del actual modelo de desarrollo urbano, potenciando el desarrollo de alternativas urbanísticas que eviten el uso del transporte privado.
- Fomentar el uso del transporte colectivo para los desplazamientos urbanos e interurbanos.

- Posibilitar la existencia de un debate público abierto sobre los modelos de transporte, que garantice la participación de todos los ciudadanos, agentes y sectores implicados.
- Apoyar económicamente las iniciativas de fomento del transporte colectivo que se generen desde los Ayuntamientos y las Mancomunidades, siempre y cuando éstas minimicen su impacto ambiental.
- Trabajar para evidenciar las contradicciones y profundizar en el debate sobre las infraestructuras de transporte, su necesidad y el impacto ambiental que producen sobre el territorio y el paisaje.
- Desarrollar programas para recuperar la calle como espacio de uso, disfrute, ocio y expansión social en las ciudades.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte y la generalización de carriles-bici.
- Fomentar la implantación o generalización de sistemas de transporte colectivo menos contaminantes.
- Difundir información sobre el mantenimiento adecuado de los vehículos tanto privados como públicos, así como las alternativas para el uso de combustibles más ecológicos (biodiésel, bioetanol, etc.).
- Trabajar activamente, desde el movimiento asociativo, por una movilidad más sostenible en toda la Comunidad.

Existen dos iniciativas de marcado carácter local que afectarán a la configuración del transporte urbano en los próximos años: el Observatorio de la Movilidad Metropolitana y la Red de ciudades por el clima.

Observatorio de la Movilidad Metropolitana

Es esta una iniciativa del Grupo de Reflexión establecido por las Autoridades de Transporte Público (ATP) de las principales áreas metropolitanas con el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Fomento. Colaboran también la Federación Española de Municipios y Provincias, la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, la Asociación de Transportes Urbanos Colectivos y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

Pretende ser un instrumento para impulsar un transporte urbano sostenible y entre sus objetivos se encuentran: reflejar la contribución del transporte público en la mejora del entorno urbano, describir el papel de las ATP, hacer un seguimiento de las características de oferta y demanda de la movilidad, describir sistemas de financiación del transporte público e intercambiar buenas prácticas entre las distintas áreas metropolitanas.

Red de ciudades por el clima

La Red de ciudades por el clima se constituyó en junio de 2005 dentro de la Federación Española de Municipios y Provincias¹⁶². Agrupa a 80 ciudades españolas que se comprometen a llevar a cabo un conjunto de medidas en tres ámbitos de actuación municipal: energía, transportes y edificación y planeamiento urbano. Entre estas medidas se encuentra la aprobación de Planes de Movilidad Sostenible que integren el transporte colectivo en los nuevos desarrollos urbanísticos, así como medios alternativos al transporte motorizado, la promoción de flotas de vehículos eficientes energéticamente y de energías más limpias y el fomento de medios de transporte menos consumidores de energía y menos contaminantes en las nuevas ampliaciones en la trama urbana (a pie, bicicleta y transporte colectivo).

A fecha 29/09/05, cuatro ciudades de Castilla y León se habían adherido a la red: Ponferrada, León, Valladolid y Soria.

5.1.3.2 Marco normativo

ÁMBITO EUROPEO

Emisiones en el transporte por carretera

En cuanto a los vehículos ligeros, la Directiva 98/69/CE de 13 de octubre de 1998, recoge las medidas que deben adoptarse contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor. Ha sido modificada por la Directiva 2000/71/CE de la Comisión, de 7 de noviembre de 2000 y por la Directiva 2002/80/CE de la Comisión, de 3 de octubre de 2002.

En 2004 se aprobó la Directiva 2004/3/CE relacionada con la medición del consumo de combustible y las emisiones de CO₂ de las furgonetas y se están estudiando las medidas para fomentar su reducción.

En cuanto a los vehículos pesados, la Directiva 99/96/CE, de 13 de diciembre de 1999 (modificada por la Directiva 2001/27/CE, de 10 de abril de 2001), se refiere a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores diésel destinados a la propulsión de vehículos.

Para fomentar el uso de vehículos eficientes, la Directiva 99/94/CE de 13 de diciembre, (modificada por la Directiva 2003/73/CE, de 24 de julio) relativa a la **información sobre el consumo de combustible y sobre las emisiones** de CO₂ facilitada al consumidor al comercializar turismos nuevos, regula el etiquetado de los automóviles en cuanto a su eficiencia energética, para asegurar que los consumidores comunitarios dispongan de una adecuada información en los vehículos nuevos de pasajeros.

En 2003 se aprobó la Directiva 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el marco comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.

La Comisión ha presentado una Propuesta de Directiva que pretende reestructurar las tasas aplicadas a los vehículos de pasajeros de forma que en 2008 el 25% de los ingresos fiscales obtenidos por estas cargas estén basados total o parcialmente en las emisiones de CO₂¹⁶³. En sentido contrario, la Comisión está trabajando sobre la implantación de incentivos fiscales para vehículos menos contaminantes¹⁶⁴.

Calidad del Aire

En el ámbito europeo, en lo que respecta a la normativa sobre calidad del aire y techos de emisión, que como ya hemos dicho no afecta directamente (pero sí indirectamente) a las emisiones de GEI, son fundamentales las siguientes directivas:

- **Directiva 96/62/CE** del Consejo sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (“Directiva marco”), que establece normas y principios para la fijación de valores límite para trece contaminantes, así como los requisitos de medición y evaluación respectivos.
- **Directiva 99/30/CE** del Consejo relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxido de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente (“Primera Directiva de desarrollo”).
- **Directiva 2000/69/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente (“Segunda Directiva de desarrollo”).
- **Directiva 2002/3/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al ozono en el aire ambiente (“Tercera Directiva de desarrollo”).
- **Borrador de Propuesta de Directiva** del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente (“Cuarta Directiva de desarrollo”).
- **Directiva 2001/81/CE** sobre Techos Nacionales de Emisión, que prevé la introducción, a más tardar en 2010, de techos nacionales de emisión para el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos volátiles (COV) y el amoníaco. La contribución del transporte resulta significativa para las emisiones de óxidos de nitrógeno y compuestos volátiles y se establece una reducción en 2010 del 44 por ciento en el primer caso (NO_x) y del 77 por ciento en el segundo (COV), con respecto a las emisiones de 1990.

Emisiones en el ferrocarril

El subsector del ferrocarril tampoco se ve afectado por ninguna normativa específica sobre emisiones de GEI, pero sí por la Directiva 2004/26/CE, que amplía a locomotoras y buques de navegación por aguas interiores el ámbito de aplicación de la Directiva 97/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciem-

bre de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera. La modificación de 2004 refuerza las normas de emisión aplicables sobre todo en lo que respecta a los óxidos de nitrógeno y las partículas. Estas nuevas normas empezarán a aplicarse en 2006, serán revisadas en 2007 y a partir de 2010 empezará una segunda etapa con restricciones mucho más estrictas que entrarán totalmente en vigor en 2014, de forma paralela a la aplicación de requisitos similares en Estados Unidos. Asimismo, la Directiva prevé medios para mejorar los métodos de ensayo a que están sometidos los nuevos motores antes de su comercialización. Para facilitar una aplicación rápida de las nuevas normas, los fabricantes que cumplan los requisitos antes de las fechas exigidas podrán colocar la etiqueta correspondiente en sus motores a fin de que resulten más visibles en el mercado.

Combustibles

Con respecto al fomento del uso de biocombustibles, la Directiva 2003/30/CE relativa al uso de biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte, establece como objetivos indicativos, calculados sobre el consumo energético, que el 2% a finales de 2005 y el 5,75% a finales de 2010 de los combustibles fósiles comercializados con fines de transporte en los respectivos mercados nacionales sean sustituidos por biocombustibles. La directiva pide a los Estados miembros que encuentren formas de estimular la demanda de biocombustibles y, por tanto, de atraer inversiones a esta industria (por ejemplo, mediante exenciones fiscales). De esta forma se producirá un aumento de oferta que llevará a la reducción de los costes de producción a través de las economías de escala y la innovación técnica.

La Directiva 2003/17/CE el Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de marzo sobre calidad de la gasolina y el gasóleo, modifica la Directiva 98/70/CE, en particular estableciendo límites más estrictos en el contenido de azufre de los combustibles.

ÁMBITO NACIONAL

Combustibles

El Real Decreto 1700/2003 de 15 de diciembre que transpone la Directiva 2003/30 relativa al uso de biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte.

Renovación de la flota de vehículos

Las medidas de fomento de la renovación de la flota de turismo se recogen en la Ley 39/1997, de 8 de octubre, y Real Decreto-Ley 6/1997, de 9 de abril, por los que se aprueba el programa PREVER para la modernización del parque de vehícu-

los automóviles, el incremento de la seguridad vial y la defensa y protección del medio ambiente y en la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (Disposiciones Adicionales 35 y 36).

Fiscalidad

También podemos considerar entre las normas genéricas, aunque con objetivos específicos de aumento de la eficiencia energética de la flota de vehículos, la siguiente normativa fiscal:

- **En la Ley 43/1995** del Impuesto sobre Sociedades (art. 39) se recogen deducciones por tres tipos de inversiones: bienes del activo material destinadas a la protección del medio ambiente que estén incluidas en programas, convenios o acuerdos; nuevos vehículos industriales o comerciales de transporte por carretera con reducidas emisiones de contaminación atmosférica, e inversiones realizadas en bienes de activo material nuevos destinadas al aprovechamiento de fuentes de energías renovables efectuadas por pequeñas y medianas empresas
- **El Real Decreto-Ley 2/2003**, de 25 de abril, de Medidas de Reforma Económica, cuyo artículo 13 establece incentivos fiscales para las inversiones en bienes del activo material que eviten o reduzcan la contaminación atmosférica o del agua, que reduzcan, recuperen o traten residuos industriales; vehículos industriales o comerciales; e instalaciones de energías renovables.
- **La Ley 51/2002**, de 27 de diciembre, de reforma de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales establece incentivos fiscales para los planes de movilidad del sector privado los vehículos más eficientes y para la retirada de vehículos de más de 15 años de antigüedad.
- **En algunos Impuestos sobre Vehículos de Tracción Mecánica**, de ámbito local, se contemplan bonificaciones en función de la clase de carburante que consuma el vehículo, de las características de los motores y de su incidencia en el medio.

Eficiencia de los vehículos

El Real Decreto 837/2002 del Ministerio de la Presidencia transpone la Directiva 1999/94/CEE relativa a la información sobre el consumo de combustible y sobre las emisiones de CO₂ facilitada al consumidor al comercializar turismos nuevos.

5.2 El sector agrario

5.2.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

5.2.1.1 El sector agrario y el cambio climático

Bajo este epígrafe analizamos las relaciones entre el sector agrario y el cambio climático. En él incluimos todo lo contenido en el capítulo 4 de las Directrices IPCC 1996, el denominado genéricamente *Agricultura*, y la parte del capítulo 5 correspondiente al uso de la tierra y al cambio de uso de la tierra, ya que la silvicultura está tratada en epígrafes anteriores. En ambos capítulos se consideran actividades que emiten gases de efecto invernadero junto con otras que absorben dichos gases, por lo podrían ser consideradas como sumideros. El hecho de que actualmente no tengan esa consideración no menoscaba su importancia, ya que el objetivo último no debe ser la contabilización de los gases sino la reducción de su presencia en la atmósfera.

La contribución del sector agrario a la emisión de gases efecto invernadero no está cuantificada de forma exacta y presenta unos márgenes de error superiores a los de otros sectores, como se pone de manifiesto en el análisis de la incertidumbre general de las estimaciones de los inventarios nacionales que se realiza en la Guía de Buenas Prácticas (IPCC 2001b)¹⁶⁵. Además, a la hora de contabilizar las emisiones no se computan en su totalidad las absorciones de carbono realizadas por el sector agrario. Teniendo esto en cuenta, es preciso considerar con precaución las afirmaciones sobre la contribución del sector agrario al cambio climático, ya que se suelen computar todas las emisiones, pero no todas las absorciones.

Es cierto que el alto grado de intensificación experimentado por algunas actividades agrarias en el último medio siglo, principalmente en los países desarrollados, ha aumentado considerablemente el volumen de estos gases, como también lo ha hecho la tala indiscriminada de bosques; pero el sector agrario viene desarrollando su actividad desde hace varios milenios, mientras que el cambio climático es un problema comparativamente muy reciente. Los rumiantes han existido siempre, la tierra lleva muchos años arándose y la tala de los bosques es secular, por lo que estas actividades ya generaban lo que hoy se conoce como gases de efecto invernadero, sin que ello fuese causa de grandes trastornos climáticos. Por ello, parece razonable aplicar un principio de precaución a los datos y a las informaciones facilitadas por los distintos organismos e instituciones referidos al sector agrario.

Siguiendo la estructura de las Directrices IPCC 1996, en el módulo de Agricultura se consideran las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de cinco fuentes que presentan grandes diferencias tanto en los tipos gases emitidos como en la cantidad de los mismos y en su distribución geográfica. Estas fuentes son:

- Ganado doméstico.
- Cultivo de arroz.
- Quema prescrita de sabanas.
- Quema en el campo de residuos agrícolas.
- Suelos agrícolas.

El ganado doméstico contribuye emitiendo metano y óxido nitroso a través de la fermentación entérica y del manejo del estiércol. El metano, procedente de la fermentación entérica en los herbívoros, surge como un subproducto del proceso de descomposición de los hidratos de carbono, realizado por las bacterias presentes en el estómago, para obtener moléculas simples que se absorben en el torrente sanguíneo. Tanto los animales rumiantes (principalmente el ganado vacuno) como algunos no rumiantes (los cerdos y los caballos) producen metano; sin embargo, los rumiantes son la fuente más importante. La cantidad de CH_4 liberado depende del tipo, edad y peso del animal, así como de la cantidad y calidad del forraje ingerido. El metano originado por el manejo del estiércol procede de su descomposición en condiciones anaeróbicas. Esas condiciones se presentan, por lo general, cuando se cría un número elevado de animales en un área confinada, de forma que el estiércol fermenta en ausencia de oxígeno formando el CH_4 . El óxido nitroso procede de la descomposición, realizada por las bacterias, de las excreciones de los animales. Estas excreciones contienen nitrógeno obtenido por los animales al ingerir vegetales, en forma de proteínas.

El cultivo del arroz anegado origina gas metano como consecuencia de la descomposición anaeróbica, por microorganismos del suelo, de la materia orgánica que queda bajo las aguas de anegamiento. El CH_4 se produce mediante la reducción de CO_2 con hidrógeno, reacción que depende de la cantidad de agentes donadores de hidrógeno y del tipo de suelo.

La quema de la hierba de las sabanas tropicales y subtropicales genera emisiones instantáneas de dióxido de carbono que es reabsorbido durante el siguiente periodo de crecimiento de la vegetación, por lo que las Directrices del IPCC consideran que las emisiones netas de CO_2 son nulas. Sin embargo, la quema de la biomasa también libera otros gases distintos, entre ellos el metano y el óxido nitroso.

La quema en el campo de los residuos agrícolas tiene un tratamiento similar al de la quema de las sabanas: no se considera fuente neta de emisiones de CO_2 por estimar que el dióxido de carbono liberado a la atmósfera es reabsorbido en la siguiente temporada de crecimiento. En consecuencia, los gases de efecto invernadero a considerar son el metano y el óxido nitroso. En este caso la estimación es más difícil porque, además de no existir declaraciones expresas de los residuos (ni de la superficie) quemados, no existe un comportamiento homogéneo ni por zonas ni por productos.

Los suelos agrícolas constituyen una importante fuente de emisión de gases de efecto invernadero, principalmente de óxido nítrico, que se forma a partir del nitrógeno existente en el suelo, por procesos microbianos. El nitrógeno se puede almacenar en el suelo por diversas causas, entre las que destacan la descomposición de los residuos de cosechas, la presencia de estiércol animal, la adición de fertilizantes sintéticos, la fijación biológica o la mineralización de materias orgánicas. En la estimación de este gas se diferencian tres tipos de emisiones: las directas procedentes de los suelos agrícolas, las directas de los suelos dedicados a la producción animal (pastos y pastizales) y las indirectas procedentes del nitrógeno utilizado en la agricultura.

El capítulo 5 de las Directrices IPCC, el dedicado al cambio del uso de la tierra y la silvicultura, se centra en tres actividades que son fuentes o sumideros de carbono y reconoce expresamente que los cálculos correspondientes a las mismas llevan aparejados intrínsecamente incertidumbres o errores elevados. Los cambios más importantes respecto al uso de la tierra y las prácticas de manejo responsables de las emisiones o absorciones de CO₂ son:

- Los cambios de biomasa en los bosques y en otros tipos de vegetación leñosa
- La conversión de bosques y praderas
- El abandono de tierras cultivadas

Además del CO₂, en la quema vinculada a la conversión de bosques y praderas, también se liberan otros gases, de forma similar a la quema de sabanas o de residuos agrícolas.

Los cambios de biomasa de los bosques ya han sido analizados en el apartado correspondiente a los sumideros. Se trata de computar el saldo neto de biomasa y obtener la cantidad de carbono fijado o liberado.

La conversión de bosques y praderas a tierras de cultivo implica la tala de los bosques y el desbroce del sotobosque, que suelen ir acompañado de la quema de la biomasa *in situ* o de su aprovechamiento para leña. La mayor parte del material quemado se libera instantáneamente a la atmósfera en forma de CO₂, agravándose la situación por la pérdida adicional de CO₂ ocasionada por el cultivo de la tierra; en el caso de la conversión de praderas, las pérdidas se deben básicamente al cultivo.

El abandono de tierras cultivadas y de pastizales, y más concretamente su regeneración, permite la acumulación de carbono en la biomasa que crezca en esas tierras, por lo se puede considerar un sumidero de CO₂. Si las tierras en las que se ha abandonado el cultivo se destinan a praderas, se supone que la acumulación neta es nula; mientras que si se destinan a bosque la acumulación sería positiva; en cualquier caso, es preciso que las tierras se regeneren para acumular el carbono, pues el mero hecho de dejar de cultivar no es suficiente para que estas tierras acumulen carbono.

Así pues, de los seis tipos de gases contemplados en el Protocolo de Kioto como causantes del efecto invernadero, el sector agrario contribuye con emisiones de tres de ellos: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O)¹⁶⁶. Existen otras fuentes de emisión y sumideros relacionados directamente con el sector agrario, pero que no se computan por considerar que son poco relevantes respecto al total o porque el IPCC las incluye en otros apartados. En concreto, el uso de combustibles por la maquinaria agraria no se considera como fuente de emisión de CO₂, salvo la parte correspondiente al transporte por carretera que se supone incluida en transportes. Tampoco se computa la producción y eliminación de biomasa, por considerar que el CO₂ emitido se corresponde con el previamente absorbido y el absorbido se corresponde con el emitido; además, la parte de biomasa quemada como fuente de energía, se incluye en el capítulo de energía, por lo que todo lo relacionado con la producción de biocombustibles y el consiguiente ahorro de combustibles fósiles no se computa dentro del sector agrario.

5.2.1.2 El sector agrario y sus emisiones en el ámbito internacional y nacional

Los datos que recogen las estimaciones de la contribución del sector agrario al calentamiento de la atmósfera presentan, como ya se ha indicado, un nivel elevado de error y de incertidumbre. Los más utilizados a escala mundial son los proporcionados por FAO (2001b), según los cuales, cerca de un tercio del calentamiento de la atmósfera y el cambio climático se debe a la agricultura, siendo ésta la responsable del 25% del CO₂ (deforestación y quema de biomasa). Los rumiantes domésticos, los incendios forestales, el cultivo del arroz en humedales y los productos de desecho originan la mayor parte de las emisiones de metano; y la labranza convencional y el uso de fertilizantes generan el 70% de los óxidos nitroso.

Otras fuentes matizan estos datos. La propia FAO, en otro documento (FAO, 2002b) atribuye a la ganadería la cuarta parte de las emisiones de metano, a través de la fermentación intestinal y de la putrefacción de los excrementos. La OCDE, en un estudio referido al sector lechero (OCDE, 2004) afirma que las explotaciones lecheras solo contribuyen de manera notable en las emisiones nacionales de GEI, con un 20%, en Nueva Zelanda; en los demás países las vacas lecheras aportan menos del 6% de las emisiones nacionales.

Aceptando que la contribución de los distintos gases al calentamiento atmosférico es la que se representa en el cuadro 5.12, y que el sector agrario emite aproximadamente el 23% del dióxido de carbono total, el 60% del metano y el 75% del óxido nitroso¹⁶⁷, la contribución total del sector agrario al calentamiento atmosférico se distribuiría entre los distintos gases aproximadamente como sigue: casi la mitad correspondería a CO₂, algo más de un tercio a CH₄ y el resto, el 17% a N₂O.

En consecuencia la deforestación es la responsable de la mitad de las emisiones agrarias, lo que implica que es fácil reducir dichas emisiones simplemente limitando la destrucción de bosques con el objeto de obtener tierras para el cultivo o praderas. Si además de reducir la deforestación, aumenta la forestación de forma que el saldo final sea más bosque, se habrían eliminado las emisiones de CO₂ de origen agrario y se compensaría parte de las de otros gases.

Cuadro 5.12 Los gases comunes de efecto invernadero, sus orígenes y la contribución al calentamiento de la atmósfera

Gas*	Fuentes principales	Contribución al calentamiento %
Dióxido de carbono (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Quema de combustibles fósiles (77%) • Deforestación (23%) 	55
Clorofluoros Carbonos (CFC) y gases afines (HFC y HCFC)	<ul style="list-style-type: none"> • Diversos usos industriales: refrigeradoras, aerosoles de espuma, solventes. • Agricultura intensiva 	24
Metano (CH ₄)	<ul style="list-style-type: none"> • Minería de carbón. • Fugas de gas • Deforestación • Respiración de plantas y suelos por efectos del calentamiento global • Fermentación entérica 	15
Oxido Nitroso	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura y silvicultura intensiva • Quema de biomasa • Uso de fertilizantes • Quema de combustibles fósiles 	6

Fuente: Tomado de Corrales (2004).

Las emisiones a escala mundial están condicionadas por la destrucción de bosques y praderas para convertirlas en tierras de cultivo, de la quema de sabanas y del cultivo del arroz. La ausencia de estas fuentes cambia radicalmente tanto el volumen como la distribución de las fuentes de emisión de origen agrario. Por ello, antes de analizar la situación en Castilla y León, haremos alguna referencia a los ámbitos territoriales de nivel superior, concretamente a la Unión Europea y a España.

El sector agrario en la Unión Europea y sus emisiones

La Unión Europea dedica casi el 30% de su superficie total a tierras de cultivo, utilizándose ésta, en casi el 90%, a tierras de labranza (cultivos herbáceos y barbe-

chos) y el resto a los cultivos permanentes¹⁶⁸. Los cultivos con mayor presencia son los cereales, que ocupan el 31,8% de la superficie agraria utilizada (SAU), seguidos a mucha distancia de las semillas oleaginosas, que no llegan al 5% y de los forrajes, que representan escasamente el 4% de la SAU (Comisión Europea, 2005).

En cuanto a la ganadería europea, destaca la cabaña de cerdos que, con 152,3 millones de cabezas, representa el 16% de la cabaña mundial¹⁶⁹. Del resto de especies, por número de cabezas destaca el ovino (103,2 millones de cabezas y 9,8%), pero tiene más importancia, tanto en producción como en emisión de gases el ganado bovino, del que la Europa de 25 miembros tienen 88,4 millones de cabezas y el 6,6% del total mundial. Aunque el porcentaje es pequeño, esta orientación ganadera es muy relevante por su alta especialización en la producción lechera que, como veremos a continuación, es responsable de buena parte de las emisiones.

En la Unión Europea, la agricultura es la segunda fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, pero con solo el 10% del total de gases emitidos en 2003 y con una clara tendencia decreciente (en el periodo 1999-2003 se redujeron un 6%) (EUROSTAT, 2005). Esta diferencia respecto a las cifras mundiales se explica, como se ha apuntado, por no existir en este territorio quema de sabanas ni destrucción de bosques para obtener tierras de cultivo y porque el cultivo de arroz anegado se puede considerar no significativo. En Europa, la principal fuente de emisión es la ganadería, ya que la fermentación entérica es responsable del 32% de las emisiones y la gestión de estiércol de otro 20%. El 48% restante corresponde a los suelos agrícolas.

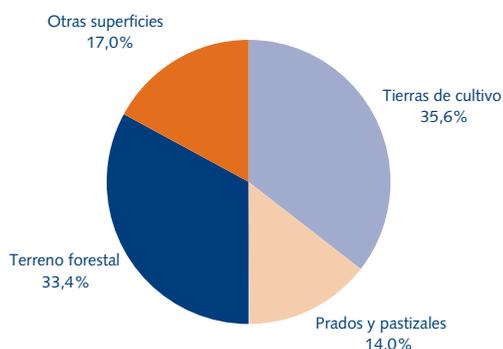
Dentro de las emisiones ganaderas, destacan las explotaciones de bovino que contribuyen con el 84% de emisiones de fermentación entérica y con el 35% de las correspondientes a gestión de estiércol; en consecuencia, la ganadería bovina europea es responsable de más de un tercio de las emisiones de origen agrario. Por países, teniendo en cuenta que la actividad más contaminante es la producción de leche, Alemania y Francia tienen más de un tercio de la vacas de leche de la EU-25 y, si añadimos el Reino Unido, entre los tres países superan el 44% de las vacas¹⁷⁰. En cuanto a la emisión procedente de los suelos agrícolas, es razonable pensar que las mayores emisiones proceden de los países mediterráneos, por su mayor extensión de superficie agraria. En concreto entre Grecia, Francia y España concentran casi la mitad de la superficie agraria utilizada de la Europa a 25.

El sector agrario en España y sus emisiones.

La superficie geográfica total española está dividida en tres partes, casi iguales, correspondiendo una de ellas a las tierras de cultivo, otra al terreno forestal y la tercera está repartida entre prados y pastizales y otras superficies, con ligero predominio de estas últimas, como se muestra en el gráfico 5.20. Las tierras de cultivo

se destinan mayoritariamente a cultivos herbáceos (77,7%), complementados con los barbechos y otras tierras no ocupadas (20%), de forma que los cultivos leñosos tienen una representación muy escasa (2,3%)¹⁷¹. Dentro de los cultivos herbáceos, las tres cuartas partes corresponden a cereales, especialmente a cebada y trigo (37% y 26% respectivamente de los cultivos herbáceos). El resto se reparte entre cultivos forrajeros (algo más del 9%), cultivos industriales (8%, con claro predominio del girasol), leguminosas (4,5%), hortalizas y flores (2,6%) y tubérculos (0,8%)¹⁷².

Gráfico 5.20 Distribución de la superficie según grandes usos y aprovechamientos. España, 2002



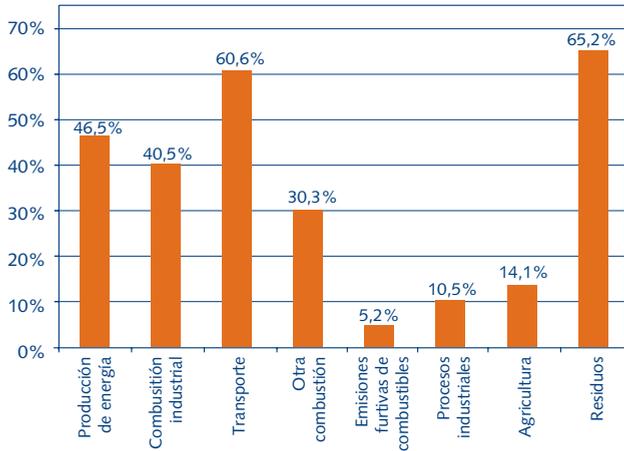
Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPYA).

En cuanto a la ganadería, la especie con mayor número de cabezas es la porcina (casi 25 millones, 16% de UE-25), aunque España presenta un alto índice de especialización en ovino, con casi la cuarta parte de las ovejas de la UE-25; muchas de estas ovejas son manejadas en régimen extensivo, lo que origina menores niveles de emisión de gases de efecto invernadero. También tiene un peso relativo importante el ganado caprino (24,4% de la UE-25), aunque en términos absolutos las cifras son sensiblemente menores. La cabaña española de ganado vacuno cuenta con 6,6 millones de cabezas, pero tiene una menor especialización lechera que la europea, ya que en número total de cabezas España cuenta con el 7,5% de las europeas, mientras que este porcentaje se queda en el 4,5 en el caso de las vacas de leche¹⁷³.

En España, el sector agrario es el responsable del 10,7% de las emisiones realizadas en 2002, según los datos que ofrece el Ministerio de Medio Ambiente en la web dedicado al cambio climático. Pero contrariamente a lo que viene ocurriendo en el conjunto de la Unión Europea, en España las emisiones de origen agrario

han seguido aumentando en los últimos años, aunque en un porcentaje muy inferior al de la mayoría de los demás sectores, como puede apreciarse en el gráfico 5.21.

Gráfico 5.21 Evolución de las emisiones españolas por sectores en 2002 respecto al año base



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2004 b).

La distribución de estas emisiones españolas de origen agrario por subsectores y por gases, así como su evolución se presenta en el cuadro 5.13. Por gases, medidos en kilo toneladas equivalentes de CO₂, el más importante es el metano, responsable del 44% de las emisiones, siendo también el que experimentó un mayor crecimiento entre 1990 y 2001 (casi 23%). El óxido nítrico aumentó en una proporción muy inferior (menos del 7%), pero representa más de un tercio de las emisiones agrarias españolas. El 20% restante de emisiones corresponde al CO₂ y está originado casi exclusivamente por el uso de combustibles líquidos¹⁷⁴.

Entre el resto de fuentes de emisión distintas de la combustión, destacan los suelos agrícolas y el ganado vacuno y de cerda, como se muestra en el gráfico 5.22. Los suelos agrícolas son responsables, según los datos del Ministerio de Medio Ambiente, de casi un tercio de las emisiones totales y de casi el 90% de las de óxido nítrico. Este gas, que en términos absolutos presenta cifras de emisión bajas, es comparativamente muy importante por ser mucho más contaminante que el dióxido de carbono o el metano; de hecho, cada tonelada de óxido nítrico equivale a más de 300 de CO₂.

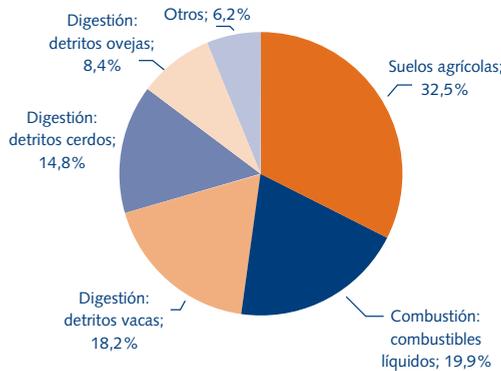
Cuadro 5.13 Emisiones del sector agrario español (kt eq. de CO₂)

	1990	2001	(%)
Combustión: combustibles líquidos	9272,6	10732,1	15,74
Combustión: combustibles gaseosos	77,7	259,2	233,59
Combustión: biomasa y otros	62,8	1,3	-97,93
Digestión: detritos vacas	8081,5	9831,1	21,65
Digestión: detritos ovejas	4381,2	4508,3	2,90
Digestión: detritos cabras	384,9	328,2	-14,73
Digestión: detritos caballos, asnos y mulos	157,6	157,6	0,00
Digestión: detritos cerdos	5533,1	8010,3	44,77
Detritos gallinas	333,7	341,1	2,22
Detritos: almacenamiento sólido y seco	1564,0	1523,0	-2,62
Detritos: sistemas líquidos y otros	67,7	91,2	34,71
Cultivo de arroz	227,5	294,9	29,63
Suelos agrícolas	16276,6	17531,5	7,71
Quema de residuos	365,8	370,2	1,20
Total	46786,7	53980,0	15,37
Dióxido de carbono	9287,0	10857,4	16,91
Metano	19202,3	23568,9	22,74
Óxido nítrico	18297,4	19554,4	6,87

Fuente: Consejo Nacional del Clima (2003).

El ganado vacuno, a través del metano procedente de la fermentación entérica y expulsado por la respiración (y muy en menor medida por las ventosidades), y a través de las emisiones generadas por el estiércol, emite casi el 42% del metano total y más del 18% del CO₂ equivalente, con un aumento en la última década superior al 20%. La otra especie ganadera que contribuye en gran medida a las emisiones globales son los cerdos, pero en este caso no se debe tanto a la fermentación entérica como al estiércol. Las emisiones procedentes de este subsector son las que más han aumentado (casi el 45%) entre 1990 y 2001, si exceptuamos los combustibles gaseosos.

Gráfico 5.22 Fuentes de emisión de origen agrario. España, 2001



Fuente: *Elaboración propia con datos del Ministerio de Medio Ambiente.*

El resto de fuentes de emisión tienen muy poca importancia y entre ellas únicamente destaca el ganado ovino, con algo más del 8% de las emisiones de origen agrario y con tendencia a estabilizarse: entre 1990 y 2001 aumentaron menos de un 3%. El subsector ganadero en su conjunto es el responsable del 45,9% de las emisiones nacionales de GEI de origen agrario y del 4,9% de la emisión total, dado que las emisiones agrarias eran el 10,7% de las totales.

5.2.2 EL SECTOR AGRARIO EN CASTILLA Y LEÓN

5.2.2.1 Características diferenciales del sector

Castilla y León ha sido considerada tradicionalmente una región agraria, aunque esto se ajusta cada vez menos a la realidad, dado el continuo descenso del peso del sector agrario dentro de la economía regional, que abandonó los dos dígitos a mediados de los años noventa para situarse en torno al 7% del valor añadido bruto regional en los últimos años.

El sector agrario de Castilla y León presenta una orientación productiva con un marcado carácter continental, con un porcentaje de la superficie dedicado a tierras de cultivo (37,8% en 2003), ligeramente superior a la media nacional; los prados y pastizales ocupan algo más del 18% y el terreno de carácter forestal el 25%. La evolución experimentada en el último cuarto de siglo por la distribución de la superficie regional, permite confirmar el descenso progresivo de las tierras de cultivo en beneficio de los terrenos dedicados a pastos y, principalmente, de los forestales.

Una de las características del sector es la gran heterogeneidad existente entre las distintas provincias en cuanto al uso y aprovechamiento de sus tierras, como se aprecia en el cuadro 5.12: mientras que Valladolid dedica casi el 75% de su superficie a tierras de cultivo, en León éstas no alcanzan el 22%; Salamanca tiene casi un 40% de prados y pastizales y Valladolid menos de un 3%; el terreno forestal en León se aproxima al 50% y en Valladolid y Palencia no llega al 15%.

Cuadro 5.14 Distribución de la superficie según grandes usos y aprovechamientos, 2003 (Hectáreas)

	Tierras de cultivo	Prados y pastizales	Terreno forestal	Otras superficies	Superficie geográfica total
Ávila	185.517	250.197	250.165	119.133	805.012
Burgos	592.097	192.299	373.630	271.186	1.429.212
León	322.314	248.331	750.030	237.413	1.558.088
Palencia	482.109	80.526	116.007	124.892	803.534
Salamanca	315.239	477.278	343.149	99.323	1.234.989
Segovia	281.180	129.351	187.625	93.903	692.059
Soria	356.319	96.755	337.983	239.588	1.030.645
Valladolid	594.436	22.546	106.910	87.161	811.053
Zamora	433.135	56.553	245.028	321.211	1.055.927
Castilla y León	3.562.346	1.553.836	2.710.527	1.593.810	9.420.519
España	17.981.140	7.093.698	16.867.168	8.594.842	50.536.848

Fuente: MAPYA.

Dentro de las tierras no cultivadas, más del 60% (y en varias provincias más del 70%) corresponde a la categoría que, en la terminología de Ministerio de Agricultura, se denomina "terreno a pastos"; este terreno, muy poco o nada productivo y frecuentemente degradado, es susceptible de ser forestado, lo que supondría aumentar en gran medida el potencial de almacenamiento de carbono de la Región, tanto en biomasa como en el suelo. En cuanto al terreno forestal hay que destacar el gran aumento experimentado en la última década (más del 40%) y la capacidad de crecimiento que aún tiene, sustituyendo otros usos y aprovechamientos, incluso las tierras de cultivo.

En las tierras de cultivo predominan las dedicadas a cultivos herbáceos, con más de las tres cuartas partes, mientras que en España la superficie ocupada por estos cultivos es

poco más de la mitad. Las tierras se cultivan mayoritariamente en secano (87%) y el regadío está muy concentrado en León y Valladolid, provincias que en conjunto reúnen el 50% de los regadíos regionales. En el cuadro 5.15 se puede apreciar la distribución de las tierras de cultivo, así como las grandes diferencias existentes entre las provincias.

Cuadro 5.15 Distribución de las tierras de cultivo según grandes grupos de cultivo y ocupación principal, 2003 (Hectáreas)

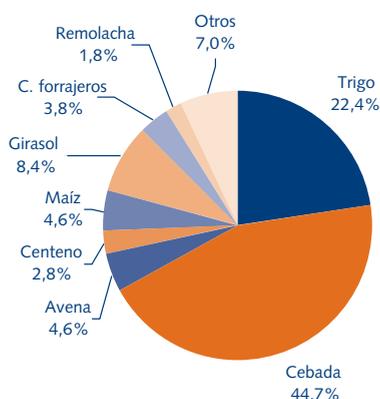
	Cultivos herbáceos	Barbechos y otras tierras no ocupadas	Cultivos leñosos	Total tierras de cultivos
Ávila	147.860	29.459	8.198	185.517
Burgos	490.161	84.512	17.424	592.097
León	221.867	87.459	12.988	322.314
Palencia	398.755	82.527	827,0	482.109
Salamanca	239.665	67.961	7.613	315.239
Segovia	224.809	53.325	3.046	281.180
Soria	285.128	69.269	1.922	356.319
Valladolid	493.399	84.282	16.755	594.436
Zamora	267.007	154.193	11.935	433.135
Castilla y León	2.768.651	712.987	80.708	3.562.346
España	9.664.296	3.353.134	4.963.710	17.981.140

Fuente: MAPYA.

Pero la agricultura castellano leonesa es eminentemente cerealista, como se desprende del gráfico 5.23. El 45% de la superficie dedicada a cultivos herbáceos está ocupada por cebada y otro 22% por trigo; estos dos cereales, junto con la avena, el centeno y el maíz ocupan el 79% de la superficie de cultivos herbáceos. El otro grupo de cultivos con presencia significativa en la Región es el de los industriales, entre los que destaca el girasol, con más del 8% de la superficie cultivada. En los cultivos forrajeros predomina la alfalfa, con el 62% de la superficie dedicada a este tipo de cultivos.

Los cultivos leñosos tienen una presencia muy escasa en Castilla y León (2,3%) en relación con el conjunto nacional (27,6%) y se reducen prácticamente al viñedo, que ocupa el 83% de la superficie regional dedicada a cultivos leñosos, aunque esto solo representa el 1,9% del total de tierras de cultivo de la región.

Gráfico 5.23 Distribución de la superficie de cultivos herbáceos de Castilla y León. 2003



Fuente: MAPYA.

Una parte importante de las tierras de cultivo (20%) de Castilla y León se dedica a barbecho. Esta práctica, utilizada tradicionalmente para permitir una mayor acumulación de agua y el aumento de la fertilidad del suelo, así como para la reducción de malas hierbas y plagas y enfermedades, entró en franca decadencia cuando el uso de fertilizantes químicos, herbicidas y tractores de mayor potencia permitieron sembrar la tierra todos los años y obtener producciones que compensaban el incremento de los rendimientos derivado de dejar descansar un año la tierra. Hoy, esta práctica está íntimamente ligada a la aplicación de la Política Agraria Comunitaria, que obliga a dejar un porcentaje de tierras sin cultivar para poder percibir los pagos compensatorios.

Castilla y León posee una importante cabaña ganadera, con casi la cuarta parte del censo bovino nacional y la quinta del ovino; los cerdos representan el 16%, el ganado equino el 13% y el caprino únicamente el 5% del nacional. Dentro de la Comunidad, la distribución provincial de los censos de las distintas especies presenta grandes polarizaciones, especialmente en bovino, caprino y porcino, como se desprende de los datos del cuadro 5.16.

El ganado bovino está muy concentrado en el sudoeste de la Región, especialmente en Salamanca (40% del censo) y en Ávila (18,3%); en ambos casos, la mayor parte del ganado se encuentra en explotaciones manejadas en régimen extensivo y de aptitud no lechera, lo que tiene importantes repercusiones en cuanto a emisión de gases de efecto invernadero, por cuanto las vacas de leche tienen asignados uno factores de emisión en Europa Occidental que duplican a los del ganado no lechero, tanto en fermentación entérica como en manejo de estiércol.

Cuadro 5.16 Distribución de de la ganadería por especies. 2004

	Bovino	Ovino	Caprino	Equino	Porcino
Ávila	288.353	191.811	52.719	7.948	179.855
Burgos	81.116	360.213	4.572	5.380	433.140
León	128.842	632.968	39.426	6.854	100.129
Palencia	63.686	410.446	1.088	1.740	104.261
Salamanca	628.148	528.022	16.724	9.031	592.428
Segovia	173.960	412.977	4.417	2.374	1.159.790
Soria	25.418	469.686	6.613	1.570	406.425
Valladolid	62.694	483.255	2.077	2.150	378.609
Zamora	119.438	854.152	13.080	5.198	223.443
Castilla y León	1.571.655	4.343.530	140.716	42.245	3.578.080
España	6.653.087	22.672.018	2.833.222	320.510	24.894.956

Fuente: MAPYA.

La cabaña ovina, la más importante de la Región en número de cabezas, presenta una distribución más uniforme dentro de la Comunidad, aunque casi la mitad se concentra en las provincias más occidentales (Zamora, León y Salamanca, por este orden). Las cabras y el ganado equino tienen una presencia cada vez más escasa; las primeras se concentran en Ávila y León (65,5%) y el ganado caballar, que representa la mayor parte del equino, está distribuido de forma bastante uniforme.

El ganado porcino, que cuenta con más de 3,5 millones de cabezas, tiene casi un tercio de sus efectivos en Segovia y un sexto en Salamanca, pero las características de las explotaciones de ambas provincias son muy dispares: las granjas de Segovia (y se podrían asimilar las de Burgos, Soria y Valladolid) están manejadas en régimen intensivo, mientras que buena parte de las de Salamanca (y en menor medida las de Ávila) lo hacen en régimen extensivo, lo que implica menores emisiones de metano procedente del estiércol. Otra parte del ganado de cerda se encuentra muy disperso en explotaciones de muy reducidas dimensiones y orientadas al autoconsumo.

5.2.2.2 Emisiones

5.2.2.2.1 ESTIMACIÓN PROPIA

El cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen agrario ya se ha dicho que entraña grandes dificultades por los errores e incertidumbres que presenta. Resulta bastante difícil, por no decir imposible estimar las emisiones procedentes de

la quema de residuos agrícolas, por desconocimiento de los datos, o las correspondientes a los suelos agrícolas. La misma o mayor dificultad existe en el cálculo de las absorciones correspondientes al abandono de tierras cultivadas. En otros casos, como el del ganado, la metodología está muy definida en el Libro de Trabajo de las Directrices del IPCC, por lo que resulta relativamente fácil realizar los cálculos. Otra cuestión distinta es si los factores de emisión son los correctos o si sería necesario un mayor desglose para no asignar el mismo factor a los animales manejados en régimen intensivo y a los extensivos, a los que consumen una mayor cantidad de alimentos que a los que comen menos y de otro tipo, etc.

Siguiendo la metodología propuesta por el IPCC, hemos calculado las estimaciones correspondientes al ganado, tanto para el metano procedente de la fermentación entérica y del manejo de estiércol, como para el óxido nitroso procedente del estiércol. Para realizar los cálculos se han utilizado los datos de las categorías de ganado que se reflejan en el cuadro 5.17 y los factores de emisión que se muestran en el cuadro 5.18. Los factores de emisión relativos al estiércol se han obtenido multiplicando los factores correspondientes a las regiones frías/templadas por el cociente 8/12 ó 4/12 en su caso¹⁷⁵:

$$\text{Factor de Emisión (FE) total} = [\text{FE región fría} * (8/12)] + [\text{FE región templada} * (4/12)]$$

Cuadro 5.17 Cabezas de ganado por categorías en Castilla y León

	1990	2004
Ganado lechero	282.999	162.930
Ganado no lechero	835.968	1.408.725
Ovejas	5.906.789	4.343.530
Cabras	288.806	140.716
Caballos ⁽¹⁾	31.600	30.431
Mulas y asnos ⁽¹⁾	40.126	11.814
Cerdos	2.547.133	3.578.080

⁽¹⁾ Los datos corresponden a los años 1986 y 1999

Fuente: MAPYA.

Cuadro 5.18 Factores de emisión de metano (kg/cabeza/año)

	Fermentación entérica	Manejo de estiércol
Vacuno lechero	100,0	24,00
Vacuno no lechero	48,0	10,67
Ovejas	8,0	0,22
Cabras	5,0	0,14
Caballos	18,0	1,63
Mulas y asnos	10,0	0,89
Cerdos	1,5	5,33

Fuente: IPCC, 1996.

Aplicando estos factores a los datos de la ganadería regional correspondientes a 1990 y a 2004, se obtienen las cantidades de metano y de CO₂ equivalente emitidas por la ganadería de Castilla y León que se reflejan en el cuadro 5.19. La cantidad total emitida ha aumentado casi un 8%, debido los incrementos de las cabañas de bovino no lechero (68%) y de cerdos (40%), que contrarrestaron los menores descensos de las demás (42% en vacas de leche y 26,5% en ovino).

El incremento fue muy dispar en estas dos fuentes de emisión, pues las procedentes del estiércol lo hicieron en un 27%, mientras que las de fermentación entérica solo se incrementaron en un 2,9%. La explicación a este mayor incremento de las emisiones de estiércol hay que buscarla en la ponderación que la metodología utilizada aplica a cada especie ganadera, ya que los datos de las cabezas de ganado utilizados son los mismos en ambos casos; en concreto, los cerdos contribuyen muy escasamente a la fermentación entérica y sí lo hacen de forma significativa en estiércol, por lo que el incremento de su cabaña, unido a esta mayor ponderación, ha motivado el mayor aumento de las emisiones procedentes del estiércol. En sentido contrario ha actuado el descenso del número de ovejas (y de cabras), ya que éstas tienen una ponderación mucho mayor en las emisiones procedentes de la fermentación entérica.

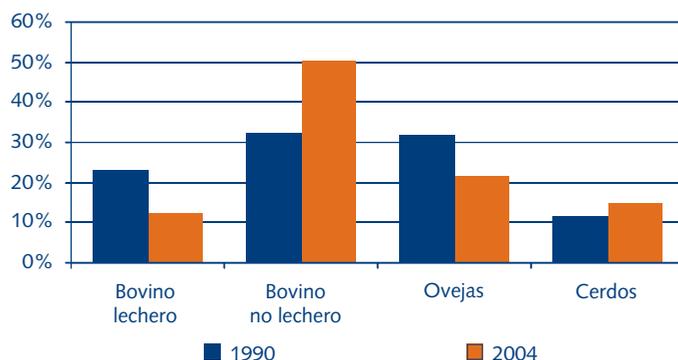
Cuadro 5.19 Emisiones de metano de origen ganadero

	Fermentación entérica	t de CH ₄ Manejo de Estiércol	Total	t equivalentes de CO ₂
1990	121.915,47	30.720,80	152.636,26	3.205.338,41
2004	125.396,64	39.055,27	164.451,91	3.453.465,20

Fuente: Estimación propia.

En 2004, el ganado bovino no lechero es el responsable del 50% de las emisiones de metano, el ovino del 22%, los cerdos del 15% y las vacas de leche del 12%. Esta situación es muy distinta de la existente en 1990, como se aprecia en el gráfico 5.24, debido a la distinta evolución experimentada por los censos de cada tipo de ganado. El aumento del número de cabezas de vacuno no lechero y de cerdos ha incrementado considerablemente sus emisiones, en detrimento de las procedentes del ovino y el vacuno lechero.

Gráfico 5.24 Emisiones de metano por tipo de ganado



Fuente: *Estimación propia.*

Para calcular las emisiones de óxido nítrico procedente del manejo del estiércol, el IPCC considera siete sistemas de manejo del estiércol distintos, con factores de emisión diferentes para cada uno: lagunas anaeróbicas, sistemas de tipo líquido, fertilización diaria, almacenamiento sólido y parcelas secas, prados y pastizales, combustible utilizado y otros sistemas. De estos sistemas, los más utilizados en Castilla y León son los sistemas de tipo líquido, el almacenamiento sólido y el relacionado con la permanencia de los animales en el campo, denominado praderías y pastizales. Sería deseable conocer la importancia relativa de cada tipo de manejo para el estiércol de cada especie, lo que permitiría obtener datos más significativos. A falta de datos desagregados a ese nivel de detalle, consideraremos que el nitrógeno procedente del estiércol de cada especie se distribuye entre los diferentes sistemas de manejo según las fracciones de nitrógeno establecidas por IPCC para cada tipo de ganado y que se recogen en el cuadro 5.20. Excluimos las lagunas anaeróbicas y el estiércol utilizado como combustible por su escasa o nula presencia en Castilla y León. Además, para el cálculo del N_2O no tenemos en cuenta los sistemas de fertilización diaria y el de prados y pastizales, porque éstos se utilizan para el cálculo del emitido por los suelos agrarios.

Cuadro 5.20 Nitrógeno excretado y fracción de N por sistema de manejo de estiércol y especie ganadera

	N excretado	Fracción de N por sistema de manejo de estiércol				
	1	2	3	4	5	6
Vacuno lechero	100	0,24	0,46	0,21	0,08	0,01
Vacuno no lechero	70	0,00	0,55	0,02	0,33	0,09
Ovejas	20	0,00	0,00	0,02	0,87	0,11
Cerdos	20	0,00	0,77	0,23	0,00	0,00
Otros	25	0,00	0,00	0,00	0,96	0,04

1. kg/cabeza/año • 2. Fertilización diaria • 3. Sistema líquido • 4. Almacenamiento sólido
5. Prados y pastizales • 6. Otros

Fuente: IPCC, 1996.

Multiplicando los coeficientes de esa distribución del nitrógeno entre los distintos sistemas por los valores del nitrógeno excretado por especie y por el número de animales de esa especie, se obtiene el nitrógeno excretado por cada sistema. Aplicando a estas cifras los factores de emisión establecidos por el IPCC para cada sistema¹⁷⁶ y transformándolo a toneladas de N₂O, se obtiene la emisión anual de óxido nitroso¹⁷⁷. Los datos correspondientes a estas emisiones, agregados para Castilla y León, y obtenidos por el procedimiento descrito se reflejan en el cuadro 5.21, del que se desprende que en los 14 años considerados, las emisiones de óxido nitroso de origen ganadero aumentaron más de un 13%. Estas emisiones corresponden en más del 85% a ganado vacuno no lechero y a los cerdos.

Cuadro 5.21 Emisiones de óxido nitroso por manejo de estiércol

	t N ₂ O	t equivalentes de CO ₂
1990	947,27	293.655,92
2004	1.072,54	332.486,97

Fuente: Estimación propia.

Comparando los datos de los cuadros 5.17 y 5.19, en toneladas equivalentes de CO₂, podemos deducir que las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la ganadería de Castilla y León, se deben en más del 91% al metano. Sin embargo, las emisiones de metano han aumentado menos que las de óxido nitroso. La causa de este mayor incremento está, una vez más, en la metodología utilizada y en la variación experimentada por los censos de las distintas especies:

en gestión de estiércol se pondera más a los cerdos, cuya cabaña aumentó, y menos al ovino, cuyo censo disminuyó.

Los datos correspondientes a las emisiones ganaderas de cada provincia se presentan en el anexo. Destaca Salamanca, con casi el 30% de las emisiones regionales de esta procedencia, seguida de Segovia y Ávila con el 14,5% y el 12,9%, respectivamente. Segovia y Salamanca son las dos provincias que más aumentaron sus emisiones ganaderas respecto a 1990 (35,6% y 28,4% respectivamente). Por el contrario, León y Burgos han reducido sus emisiones en porcentajes elevados (22% y 16%, respectivamente).

La otra gran fuente de emisión de origen agrario la constituyen los suelos agrícolas. Las emisiones de N₂O de los suelos se obtienen a través de la suma de las emisiones directas de suelos agrícolas (incluidos los sistemas de producción en invernadero y excluyendo los efectos del pastoreo de los animales), de las emisiones directas de suelos dedicados a producción animal (pastoreo) y emisiones indirectas procedentes del nitrógeno utilizado en agricultura.

Las emisiones directas se obtienen por agregación de las procedentes del fertilizante sintético utilizado, del estiércol, de los cultivos fijadores de nitrógeno, de los residuos de cosechas y de los suelos orgánicos. La dificultad para obtener algunos datos no nos permite realizar la estimación de la totalidad de las emisiones (y, menos aún, por provincias), aunque sí la mayor parte de las mismas para el conjunto de la Región.

Utilizando la metodología propuesta por el Libro de Trabajo del IPCC 1996, hemos estimado las emisiones directas de los suelos agrícolas procedentes de fertilizantes y de estiércol y las correspondientes a las emisiones generadas por el pastoreo; estas últimas se calcularon a partir los datos de ganado recogidos en el cuadro 5.17. Las cifras obtenidas para los años 1990 y 2004, se reflejan en el cuadro 5.20¹⁷⁸.

Cuadro 5.22 Estimación de las emisiones de N₂O procedentes de los suelos agrícolas de Castilla y León.

Tipo de emisión	Origen	Año	t de N ₂ O	t equivalentes de CO ₂
Directas de suelos agrícolas	Fertilizantes sintéticos	2004	4.266,48	1.322.611,00
		1990	4.049,82	1.255.499,00
	2004	4.242,87	1.315.292,98	
Directas de producción animal	Pastoreo	1990	4.180,18	1.295.859,50
		2004	3.577,00	1.108.871,37
Total		2004	12.086,34	3.746.775,35

Fuente: *Estimación propia.*

Las emisiones directas de los suelos, procedentes del estiércol, aumentaron ligeramente (menos de un 5%), entre 1990 y 2004, como consecuencia de la distinta evolución de los censos ganaderos: los censos de ganado vacuno no lechero y de porcino aumentaron muy significativamente, lo que originó el correspondiente incremento de las emisiones; pero buena parte de estos incrementos se vio contrarrestado por los descensos experimentados por el ganado ovino y el bovino lechero. Ante la falta de datos de fertilizantes para 1990, no podemos ver la evolución de las emisiones procedentes de los mismos para el conjunto del periodo considerado. No obstante, los datos de consumo de fertilizantes nitrogenados en Castilla y León, correspondientes al periodo 2001-2005, muestran una tendencia ligeramente creciente importante, aunque la cifra correspondiente al año 2000 es muy superior que las posteriores.

La evolución de las emisiones directas procedentes del pastoreo (producción animal) es sustancialmente distinta de la de los suelos, ya que en este caso se ha producido un descenso superior al 14%. La explicación de este hecho radica en que el ganado que realiza el aprovechamiento a diente de los pastos y, al mismo tiempo, realiza en ellos sus deposiciones (fuente última de la emisión), es el ovino¹⁷⁹. Como el censo de este ganado perdió más de la cuarta parte de sus efectivos, entre 1990 y 2004, las emisiones han tenido que descender necesariamente.

Cuadro 5.23 Resumen de emisiones estimadas procedentes de la ganadería y de suelos agrícolas. (t de CO₂ equivalente)

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	2.560.206,35	2.633.310,45	2,86
	Manejo de estiércol (CH ₄)	645.132,06	820.191,81	27,14
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	293.655,92	332.486,97	13,22
Suelos	Fertilizantes sintéticos (N ₂ O)	-	1.322.611,00	-
	Estiércol (N ₂ O)	1.255.449,00	1.315.292,98	4,77
	Pastoreo (N ₂ O)	1.295.859,47	1.108.871,37	-14,43
Subtotales	de CH ₄	3.205.338,42	3.453.502,26	7,74
	de N ₂ O	2.844.964,40	4.079.262,32	-3,10*
Total		6.050.302,81	7.532.764,58	2,64*

* Estos dos porcentajes de variación están calculados sin contabilizar las emisiones procedentes de fertilizantes sintéticos, para los que no se dispone de dato correspondiente a 1990.

Fuente: *Estimación propia.*

En el cuadro 5.23 se recoge el resumen de las estimaciones realizadas para la ganadería y para los suelos agrícolas, de acuerdo con la metodología y con las limitaciones descritas. De él se desprende una cifra de emisión total de 7,5 millones de toneladas de CO₂ equivalente, en 2004. En 1990, al no disponer de datos para las emisiones de fertilizantes sintéticos, la cifra es muy inferior; pero si consideramos que éstos han permanecido constantes durante el periodo, el incremento total de emisiones sería del 2,64%.

Estas emisiones proceden, en un 54% de óxido nitroso y el resto del metano. Si diferenciamos por fuentes de emisión, en lugar de hacerlo por gases, el resultado es que la mitad de las emisiones están originadas por la ganadería y la otra mitad por los suelos agrícolas. Considerando que la estimación de suelos puede ser inferior a la real, dado que no están contabilizadas todas las fuentes, es razonable suponer que las emisiones de suelos son superiores a las de ganadería.

La evolución de las distintas fuentes de emisión es muy dispar, con un aumento significativo de las procedentes del manejo del estiércol, principalmente las de metano, debido al aumento de los censos de ganado porcino y bovino no lechero, como ya se ha indicado. Sin embargo, la fermentación entérica (principal fuente de emisión de metano) y el estiércol aportado a los suelos han aumentado en proporciones muy pequeñas, a causa del descenso del ganado ovino y del bovino lechero; el descenso del número de ovejas provocó una reducción de un 14% de las emisiones debidas al pastoreo.

Los datos por provincia se presentan en el anexo 1. Destaca el gran incremento experimentado en las emisiones de Segovia (28%) y de Salamanca (18,7%); ambas provincias fueron las que tuvieron mayores aumentos, tanto en las emisiones procedentes de la ganadería, como las de la agricultura¹⁸⁰. Frente a estos aumentos, hay que resaltar los fuertes descensos de Burgos (21,3%) y León (15,4%) y, en menor medida Soria (9%).

5.2.2.2.2 DATOS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Las cifras que ofrece el Ministerio de Medio Ambiente sobre las emisiones de gases de efecto invernadero de Castilla y León se presentan en el cuadro 5.24, donde solo aparecen los tres gases emitidos por el sector y donde se han eliminado las categorías con emisión nula.

Según esos datos, las emisiones procedentes de la agricultura de Castilla y León ascendieron 8,93 millones de toneladas de CO₂ equivalente, a las que habría que añadir otras casi 100.000 toneladas procedentes del cambio de uso del suelo y la silvicultura, de forma que las emisiones totales del sector serían 9 millones de toneladas. Prescindiendo de las generadas por las actividades LULUCF, las emisiones

que se recogen bajo el epígrafe agricultura se distribuyen entre las tres principales fuentes de emisión como sigue: 45,4% para suelos agrícolas, 36,9% para fermentación entérica y 17,2% para gestión o manejo del estiércol, quedando un 0,5% para quema de rastrojos.

Por tanto, la principal fuente de emisión es la ganadería, cuyas emisiones corresponden en más de dos tercios a la fermentación entérica. La categoría de ganado que más metano emite es el bovino no lechero, con más del 56% de las emisiones procedentes de fermentación entérica, seguido del ovino, con el 29%. Sin embargo, las emisiones procedentes del manejo del estiércol se deben principalmente al ganado porcino, responsable del 72% de las emisiones de manejo de estiércol y del 12% de las totales del sector.

La comparación de las estimaciones realizadas por nosotros con las cifras oficiales facilitadas por el Ministerio es fácil, debido a la dificultad que entraña la conversión de actividades de la clasificación CORINAIR/SNAP-97, que es la utilizada por el Ministerio con datos de 2003, a la clasificación IPCC-96 con datos de 2004. Además, nuestra estimación no incluye todas las fuentes de emisión, por no disponer de los datos necesarios, pero tampoco lo hace el Ministerio, en cuya información destaca la ausencia de dato de CO₂ en cambio de uso del suelo y silvicultura, por lo que no considera los sumideros. Otra fuente adicional de distorsión y que hace más difícil la comparación es la relacionada con la metodología utilizada en las estimaciones, que parece que no siempre coincide.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la cifra de nuestra estimación para agricultura es de 7,53 millones de toneladas, frente a los 8,9 millones del Ministerio, lo que representa el 84%. En términos absolutos, las mayores desviaciones de nuestra estimación respecto a los datos del Inventario facilitados por el Ministerio están en la ganadería, circunstancia que no tiene mucha lógica, principalmente en el caso de la fermentación entérica, pues la metodología que hemos utilizado se corresponde íntegramente con la propuesta en el Libro de Trabajo de IPCC-96 y la hemos aplicado a los censos ganaderos oficiales, considerando las mismas especies que el Inventario del Ministerio.

Atendiendo a la distribución de las emisiones en función de las fuentes, los datos son mucho más parecidos, ya que nuestra estimación atribuye el 35% de la emisión a la fermentación entérica, el 15,3% al manejo de estiércol y el 49,7% a los suelos agrícolas (los porcentajes del Ministerio eran 36,9, 17,2 y 45,4 respectivamente). En cuanto a los tipos de ganado que generan más emisiones de cada fuente, en ambas estimaciones el ganado vacuno no lechero es el máximo responsable de las emisiones procedentes de la fermentación entérica y el ganado porcino de las procedentes del manejo de estiércol.

Cuadro 5.24 Inventario de Emisiones del Ministerio de Medio Ambiente.
2003. En t equivalentes de CO₂

	de CH ₄	de N ₂ O	Total
Total agricultura	4.738.729,23	4.193.169,84	8.931.899,070
Fermentación entérica	3.299.581,64	0	3.299.581,640
Bovino lechero	327.465,89	0	327.465,890
Bovino no lechero	1.854.045,70	0	1.854.045,700
Ovino	971.124,02	0	971.124,020
Caprino	17.804,39	0	17.804,390
Caballos	11.572,08	0	11.572,080
Mulas y asnos	8.332,78	0	8.332,780
Cerdos	109.236,77	0	109.236,700
Gestión de estiércol	1.310.877,74	224.999,770	1.535.877,510
Bovino lechero	41.336,09	0	41.366,090
Bovino no lechero	111.961,62	0	111.961,600
Ovino	21.092,23	0	21.092,230
Caprino	491,22	0	491,220
Caballos	1.007,27	0	1.007,200
Mulas y asnos	703,48	0	703,400
Cerdos	1.110.221,07	0	1.110.211,070
Aves de corral	24.074,77	0	24.074,770
Sistemas líquidos	0	14.129,856	14.129,856
Almacenamiento sólido	0	210.627,460	210.627,460
Otros	0	242,450	242,450
Suelos agrícolas	111.786,40	3.943.414,310	4.055.200,700
Quema de rastrojos	16.483,45	24.755,760	41.239,210
Total cambio de uso del suelo y silvicultura	70.928,89	25.877,740	96.806,630
Otros	70.928,89	25.877,740	96.806,630

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Medio Ambiente.

La principal discrepancia entre nuestros datos y los del Ministerio se encuentra en el capítulo 5 de la clasificación IPCC-96, el denominado Cambio de uso del suelo y silvicultura. En esta categoría, el Ministerio solo ofrece datos (de CH₄ y N₂O)

para los espacios acuáticos, dentro del apartado Otras fuentes y sumideros (naturalidad), y que en la clasificación IPCC hemos incluido en Otros. Sin embargo, en todo lo relacionado con la silvicultura, los únicos datos ofrecidos son sobre incendios forestales, no haciendo referencia alguna a la acumulación de carbono en los sumideros. El papel de los bosques castellano-leoneses como sumideros de carbono se analizó en el capítulo anterior, donde se estimó que el secuestro anual de carbono asciende, al menos, a 3,2 millones de toneladas de CO₂ equivalente, lo que representa más del 40% de las emisiones estimadas por nosotros y más del 35% de las ofrecidas por el Ministerio de Medio Ambiente.

5.2.3 MARCO EN QUE SE DESENVUELVE EL SECTOR

5.2.3.1 Marco normativo

Al tratarse de un sector no afectado por el Plan Nacional de Asignación de emisiones, no tiene una normativa tan específica como los sectores afectados. En el caso del sector agrario, además de las declaraciones y convenios internacionales, existe una Directiva europea que afecta al uso de nitratos en la agricultura. Se trata de la Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

Esta Directiva tiene por objeto reducir la contaminación causada o provocada por los nitratos de origen agrario y actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha clase.

Para conseguir estos objetivos se establece la obligatoriedad, para los estados miembros, de designar las zonas vulnerables por aguas afectadas por la contaminación o que puedan verse afectadas, de establecer programas de acción para esas zonas vulnerables y de elaborar uno o más códigos de buenas prácticas que puedan poner en efecto los agricultores de forma voluntaria.

Al amparo de esta Directiva se promulga el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre el mismo tema, en el que se establecen los plazos para que las Comunidades Autónomas designen las zonas vulnerables, establezcan los programas de acción y elaboren los códigos de buenas prácticas agrarias.

La Junta de Castilla y León designa las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias mediante el Decreto 109/1998, de 11 de junio. Se designan cinco zonas vulnerables, que afectan a los Términos Municipales de Navas de Oro; Zarzuela del Pinar, Fuentepelayo y Navalmanzano; Escarabajosa de Cabezas, Cantimpalos y Encinillas; Cantalejo, Cabezuela, Veganzones y Turégano; y Chañe y la entidad menor de Chatún; todos ellos en Segovia.

El Código de Buenas Prácticas Agrarias, que no tiene carácter obligatorio, incluye recomendaciones sobre los periodos en que se deben aplicar los fertilizantes, sobre las condiciones del suelo a la hora de hacerlo (no aplicar en terrenos helados, inundados o con nieve, especialmente si están en pendiente), sobre la capacidad y diseños de los depósitos de almacenamiento de estiércol, sobre el establecimiento de planes de fertilización acordes con la situación particular de cada explotación, etc. En definitiva se trata de medidas orientadas a hacer un uso más eficiente de los abonos nitrogenados, de forma que el aporte realizado se ajuste lo más posible al consumido por las plantas.

Además de esta normativa específica, hay que tener en cuenta la derivada de la política agraria comunitaria y especialmente la última reforma en la que se condiciona la percepción de las ayudas comunitarias a unas determinadas prácticas de cultivo. La condicionalidad de las ayudas establece una serie de requisitos en la gestión de las explotaciones, entre los que se encuentran los relacionados con la protección del suelo y de las aguas subterráneas.

Otras medidas que, aunque no específicas, afectan de alguna manera al sector son las algunas de las contempladas en la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 y, más concretamente en el Plan de Acción 2005-2007 que establece un programa de actuaciones específico. En relación con la agricultura, el Plan de Acción propone tres actuaciones orientadas a la reducción del consumo energético: Campaña de información y promoción de técnicas de uso eficiente de la energía en la agricultura, modernización del parque nacional de tractores agrícolas basado en criterios de eficiencia energética (Plan Renove) y favorecer la sustitución de sistemas de riego por aspersión a sistemas de riego localizado; de estas tres medidas, únicamente el Plan Renove figura dentro de las 20 medidas urgentes propuestas. Otras medidas que se pretenderá potenciar a medio plazo son la promoción de técnicas de mínimo laboreo o la limitación del consumo de fertilizantes.

Otra normativa de carácter general, pero que afecta de alguna manera al sector agrario es el Plan de Fomento de Energías Renovables para el periodo 2000-2010, aprobado en 1999; con él que se pretende fomentar la sustitución de combustibles fósiles por otros procedentes de energías renovables. Entre las actividades relacionadas con el sector agrario están el aprovechamiento de la biomasa de origen forestal o agrícola, el aprovechamiento del gas proveniente de las emisiones fugitivas de CH₄ (aplicable al estiércol) y la producción de biocarburantes a partir del aprovechamiento de cultivos agrícolas.

5.2.3.2 Políticas y medidas

El sector agrario es uno de los emisores importantes de gases de efecto invernadero y uno de los que pueden verse más perjudicados por el cambio climático, pero

la agricultura y los cambios de uso de la tierra también pueden acumular cantidades no menos importantes de dichos gases. Dependiendo de cómo se actúe en el sector, el resultado neto será positivo o negativo.

Para conseguir reducir las emisiones y, llegado el caso, invertir el saldo, es preciso actuar decididamente en varios frentes. No entraremos en las medidas que afectan al sector forestal, por estar tratado en otro apartado, ni en las relacionadas con la quema de sabanas o el cultivo del arroz anegado, por no afectar a Castilla y León; nos centraremos en las posibilidades de reducción de emisiones de origen ganadero, de los suelos agrícolas y su uso y de la utilización de los productos y subproductos agrícolas para obtener energía.

La ganadería es, como se ha visto, causante de casi la mitad de las emisiones de origen agrario, por lo que su manejo ofrece grandes posibilidades de reducción de las emisiones totales. La opción drástica para reducir sus emisiones sería sustituir la proteína animal por la vegetal en la alimentación humana; pero no parece probable que se vaya a producir un descenso drástico de los censos ganaderos, ni sería socialmente deseable por las repercusiones que ello tendría en el medio rural. Descartada esta hipótesis, que algunos defienden velada o abiertamente, las alternativas pasan por la mejora en la eficiencia en el manejo de las explotaciones.

En el caso de las emisiones procedentes del estiércol es preciso buscar y fomentar el uso de sistemas de manejo que permitan reducir las emisiones. En este sentido, dado que el factor de emisión más alto, de los propuestos por IPCC como valores provisionales por defecto, corresponde al sistema tradicional de almacenamiento sólido, parece razonable promover su sustitución por otros sistemas con factores de emisión menores. Dado que una parte importante de las emisiones de metano originadas por el estiércol proceden de la fermentación realizada en ausencia de oxígeno, la extensificación de las explotaciones ganaderas, contribuye a reducir dichas emisiones.

Una opción alternativa para el estiércol es su aprovechamiento como fuente de energía para la producción de biogás, mediante un digestor anaerobio que transforma la materia orgánica biodegradable en biogás y mantiene los contenidos nutrientes, por lo que se puede utilizar la materia orgánica no biodegradable como abono mineral. El biogás obtenido puede usarse para producir la electricidad necesaria para la explotación.

La otra fuente importante de emisión de metano de origen agrario es la fermentación entérica. Para reducir estas emisiones es necesario actuar sobre la alimentación de los animales, mejorando su eficiencia de forma que cada animal emita una menor cantidad de CH_4 y se pueda obtener la misma producción con menos animales. Esta mejora de eficiencia se puede conseguir utilizando forrajes de mayor poder nutritivo y en el caso del pastoreo, realizando éste en el periodo más apropiado del crecimiento

de la planta. En este sentido, muchos autores consideran que la alimentación con forrajes de baja calidad genera más metano en relación a la energía digestible que la de calidad superior (Montenegro y Abarca, 2000). Otros trabajos que abundan en este sentido son los de Carmona et al. (2005) o Avery (2005), quien afirma que el ganado que se alimenta de pasto de alfalfa de alta calidad emite la mitad del metano o que separando los cerdos o aves de corral en grupos de diferentes edades y alimentándolos según su edad se reducen en un 50% las emisiones de metano.

Esta mejora en la eficiencia alimenticia, que algunos llevan hasta los más altos niveles de intensificación, proponiendo incluso el uso de hormonas de crecimiento para obtener mayores rendimientos, puede ser peligrosa, como se ha demostrado con la encefalopatía esponjiforme bovina u otras enfermedades similares. Sin llegar a esos extremos, una alimentación más eficiente permite reducir las emisiones de fermentación entérica.

Otra opción que se plantea para reducir las emisiones del ganado es la de aplicar el principio de quien contamina paga, estableciendo algún tipo de impuesto. Además del intento de Nueva Zelanda de establecer un impuesto que gravase la ganadería en función de su emisión de metano¹⁸¹, algunos países tienen impuestos específicos sobre la contaminación ganadera (Bélgica, Dinamarca, Francia y Holanda), impuestos que gravan el volumen de nutrientes que supere un cierto nivel por encima del global (OCDE, 2004).

Dentro de las actividades propiamente agrícolas, aunque es difícil separar unas de otras, una forma de reducir las emisiones es suprimiendo la quema de rastrojos y otros restos de las cosechas. Si esta medida se hace efectiva, contribuye doblemente a la reducción de emisiones: por los gases no liberados en la combustión de la biomasa, que pueden integrarse en el suelo, y por los gases retenidos en el suelo al estar éste cubierto con los restos de las cosechas. Otra opción para los restos de las cosechas es utilizar esa biomasa como fuente de combustible: al quemarse libera el carbono retenido, carbono que ya estaba en circulación, pero contribuye al ahorro del carbono procedente de combustibles fósiles, cuya entrada en el sistema supondría un incremento neto.

Otra forma de ahorrar combustibles fósiles, relacionada con la anterior y que parece que en los próximos años puede adquirir cierta relevancia, es a través de la producción de biocarburantes obtenidos a partir de cultivos energéticos. Estos cultivos pueden constituir una clara alternativa a la producción de cereales, y más ante la tendencia al descenso de las ayudas europeas y su desacoplamiento de la producción. Estos biocarburantes pueden obtenerse de productos agrícolas como maíz o remolacha (además de la caña de azúcar) para producir bioalcohol; o también pueden obtenerse como subproductos de la producción de aceites vegetales de soja, girasol, colza o maíz, para la obtención del biodiésel (Russo, 2002).

Los suelos agrícolas constituyen la otra gran fuente de emisión de origen agrario y, al mismo tiempo, junto con los bosques están considerados como una fuente de absorción capaz de contrarrestar todo o parte del resto de emisiones. La agricultura convencional, basada en el laboreo intensivo del suelo (cada vez más profundo y con maquinaria más pesada), con el consiguiente incremento del uso de carburantes y acompañada frecuentemente de la quema de rastrojos, favorece la erosión y contribuye al deterioro de las aguas superficiales a través de la escorrentía; pero ese mismo laboreo del suelo y la quema de los restos de las cosechas producen emisiones de CO₂ a la atmósfera, además de las correspondientes a los carburantes, y reducen la capacidad de almacenamiento de carbono en el suelo. Ante esta situación, ha venido produciéndose una corriente importante en defensa de la denominada agricultura de conservación.

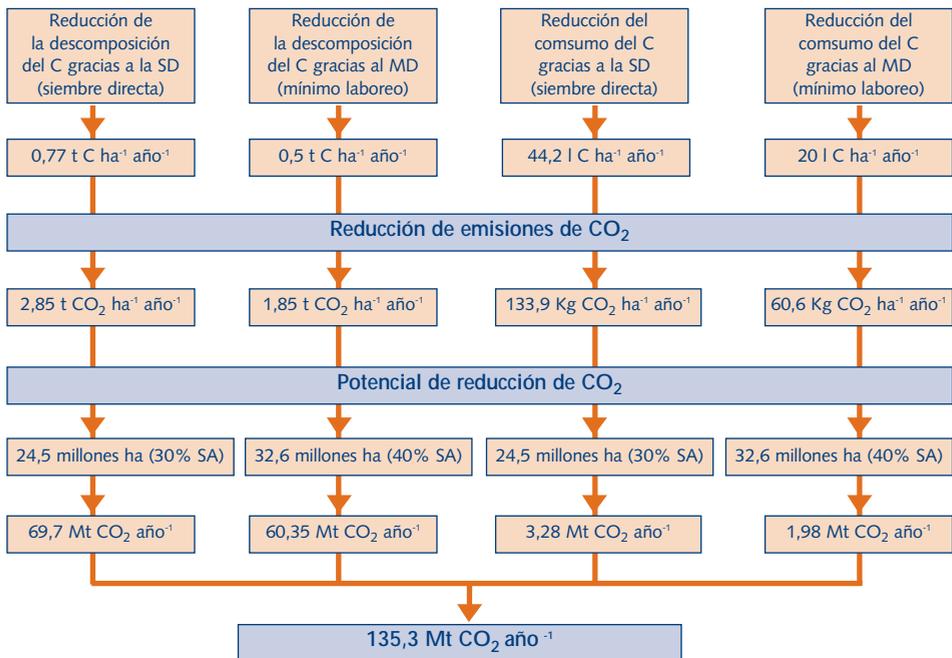
La agricultura comprende una serie de técnicas que tienen por objeto fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales. Este tipo de agricultura mantiene los restos de las cosechas sobre la superficie del suelo, no quemándolo ni enterrándolo con labores de volteo de la tierra, como es habitual en la agricultura convencional, con lo que se protege el suelo de la lluvia, el viento y la intensa radiación solar. Las prácticas más habituales dentro de este tipo de agricultura son la siembra directa (sin realizar ninguna labor entre una cosecha y la siguiente), el laboreo mínimo (pocas labores y sin volteo de la tierra) o laboreo en caballones (siembra sobre caballones permanentes para aprovechar mejor la humedad); en el caso de los cultivos leñosos o explotaciones forestales se propugna por cubiertas vegetales permanentes.

Desde el punto de vista de las emisiones, este tipo de agricultura evita la pérdida de CO₂ originada por el arado y aumenta la capacidad de almacenamiento de carbono en el suelo, actuando éste como un verdadero sumidero, al tiempo que reduce considerablemente los costes. Un ejemplo de la capacidad de la agricultura de conservación para reducir las emisiones de CO₂ se muestra en el gráfico 5.25. De acuerdo con esta estimación, la superficie agrícola de la UE15 podría reducir anualmente el CO₂ atmosférico en 135,3 millones de toneladas. Lógicamente se trata de una estimación entusiasta y suponiendo que el 70% de la superficie agrícola estuviese bajo agricultura de conservación (30% en sistema de siembra directa y 40% en laboreo mínimo).

Este tipo de agricultura, así planteada, parece una buena opción desde el punto de vista medioambiental, pero aún se ciernen algunas dudas sobre ella, principalmente en lo relacionado con los cultivos transgénicos, cuyo uso es propicio en la agricultura de conservación por su mayor resistencia a las plagas y enfermedades. También hay que considerar el mayor uso de productos fitosanitarios para combatir las malas hierbas que en la agricultura convencional se eliminan a través del arado. El óptimo

sería una combinación entre agricultura de conservación y agricultura ecológica, de forma que se protegiera el suelo y se convirtiera en sumidero de carbono, al tiempo que se preservaba la biodiversidad utilizando productos y métodos naturales.

Gráfico 5. 25 Estimación de la reducción de emisiones de CO₂ a través de la agricultura de conservación en la UE-15 (*)



(*) Datos calculados en el caso de que el 70% de la superficie agrícola UE-15 (SA) estuviese bajo AC.

Fuente: González Sánchez, E.J. y Martínez Vilela, A. (2002).

Otra medida a tener en cuenta en relación con los suelos, es su regeneración mediante la conversión a bosque o a pradera. Una parte importante del terreno semiimproductivo o totalmente improductivo puede regenerarse convirtiéndolo en sumidero de carbono, en lugar de fuente de emisión; pero también pueden convertirse en sumidero tierras actualmente en cultivo, mediante su transformación a pradera o terreno forestal. Esta regeneración puede hacerse en suelos no agrícolas y altamente degradados, como escombreras¹⁸².

En relación con la fertilización de los suelos, es importante aplicar racionalidad a su uso, no aplicando dosis superiores a las que la planta puede absorber, ya que el abonado en exceso, además de encarecer los costes, está emitiendo gases de efecto invernadero. Un complemento a los fertilizantes químicos puede ser el compost resultante del tratamiento de residuos sólidos urbanos; su uso permitiría sustituir parte de dichos fertilizantes al tiempo que resolvía el problema de su eliminación.

En consecuencia, la agricultura y los cambios de uso de la tierra y la silvicultura pueden ser importantes fuentes de emisión de gases de efecto invernadero y, al mismo tiempo, pueden acumular cantidades no menos importantes de dichos gases. Dependiendo de cómo se actúe en el sector, el resultado neto será positivo o negativo. En una zona como Castilla y León, en la que no existe cultivo de arroz, ni quemadas de sabanas y donde no se talan bosques para convertirlos en tierras de cultivo, sino que la biomasa de dichos bosques está en aumento y el abandono de tierras de cultivo parece inminente ante la última reforma de la política agraria comunitaria, es muy probable que el cambio en el uso de la tierra y la silvicultura compensen con creces las emisiones procedentes de la ganadería y del cultivo de la tierra. “La agricultura contribuye al cambio climático, pero con la tecnología disponible sería posible colocar a la agricultura del lado positivo del balance del cambio climático. El reto consiste en lograrlo”. (FAO, 2001c).

5.3 Sector residencial, comercial e institucional

5.3.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

Este sector comprende tanto la edificación como los consumos energéticos de las instalaciones de los edificios, bien sean fijas (calefacción, climatización, producción de agua caliente sanitaria e iluminación) o se correspondan con su equipamiento (cocina, electrodomésticos y ofimática).

Mientras que la intensidad energética residencial ha ido aumentando en España desde mediados de los ochenta, en Europa la tendencia es a la estabilidad o, incluso, a la reducción de este indicador. En España, en este periodo se ha producido un fuerte aumento de las dotaciones de las viviendas y los niveles de confort.

En el año 2000, el parque edificatorio español estaba constituido por 289 millones de m² en el sector terciario y 1.900 millones de m² en el sector doméstico de los que 1.300 millones de m² eran viviendas principales¹⁸³. En este mismo año¹⁸⁴, el consumo de energía del sector edificación ascendió a casi 14,5 Mtep, de los que más de un 60% correspondieron a consumo residencial y el resto a consumo terciario. Alrededor del 75% del consumo total de energía que se produce en los hogares –consumo

residencial— queda dentro del ámbito definido en este sector de edificación, correspondiendo a la calefacción la parte más importante, seguida del agua caliente.

Por lo que se refiere al consumo de energía en el sector servicios, en nuestro país se ha multiplicado, entre 1980 y 2000, por más de 2,5. Del consumo terciario total, en la actualidad, más del 80% queda dentro del ámbito definido en este sector de edificación. Como media en la Unión Europea, desde 1990, se ha reducido esta intensidad.

En cuanto al equipamiento de los hogares, éste se ha incrementado de manera importante en España en los últimos años, especialmente desde la segunda mitad de los 90. Existen electrodomésticos con penetración prácticamente del 100% como la lavadora, el frigorífico y la cocina, cuya evolución en ventas está directamente relacionada con el incremento del número de hogares. Otros, como es el caso de lavavajillas, microondas o aspiradoras, han experimentado crecimientos importantes. El equipamiento audiovisual también ha crecido considerablemente en los últimos años. Así, la tasa media de televisores por hogar es superior a 1,4, el vídeo está presente en más del 70% de hogares y en más de un 60% existe cadena HI-FI. En cuanto al equipamiento ofimático, es de destacar que más de un tercio de los hogares españoles tiene algún ordenador personal y que, de las más de 800.000 empresas registradas en España, más del 91% tiene equipamiento informático (la media es de casi nueve ordenadores por empresa).

El sector de equipamiento tuvo en el año 2000 un consumo de energía de 3.462 ktep, de los que alrededor de un 13% correspondieron a equipamiento informático, en su mayor parte asociado al sector terciario. Por su parte, en el resto del consumo del sector equipamiento en el año 2000, el equipamiento residencial a excepción del informático, el 60% corresponde a electrodomésticos y prácticamente el resto a cocina. El aire acondicionado en los hogares no supone actualmente un consumo relevante.

La energía utilizada por estos equipamientos (sector doméstico y terciario), aunque sólo contribuye al consumo final de energía con algo menos de un 4%, representa alrededor del 15% del consumo total de energía eléctrica a nivel nacional.

En cuanto a la clase de eficiencia de los electrodomésticos utilizados en los hogares, todavía son reducidas las ventas de aparatos de las clases más eficientes (A y B), aunque se observa cierto aumento en los últimos años. En secadoras y congeladores son prácticamente inexistentes las ventas de las clases A y B, siendo las lavadoras las que más ventas registran de la categoría A. El elevado precio de los electrodomésticos más eficientes y la falta de información al respecto explican, en parte, la baja penetración de los electrodomésticos eficientes.

5.3.2 EL SECTOR EN CASTILLA Y LEÓN

5.3.2.1 Características diferenciales

El número de edificios de nueva planta en Castilla y León en 2004 ascendió a 7.546 de los cuales el 92,6% eran residenciales. En España la proporción de edificios residenciales era de un 90,2%.

Fue en Segovia, León y Salamanca donde mayor cantidad de edificios se construyeron, representando un 52,7% del total de la comunidad.

Cuadro 5.25 Número de edificios según tipo de obra. Año 2004

	Edificios de nueva planta							
	Edificios residenciales		1	2	3	4	5	6
	Total	Total						
Ávila	857	804	803	1		53	195	125
Burgos	629	522	522			107	307	166
León	1.171	1.122	1.121		1	49	137	64
Palencia	443	372	371		1	71	28	8
Salamanca	1.033	979	977	2		54	142	142
Segovia	1.772	1.655	1.627		28	117	108	74
Soria	69	65	65			4	18	9
Valladolid	977	923	916	1	6	54	119	109
Zamora	595	544	541		3	51	99	117
Castilla y León	7.546	6.986	6.943	4	39	560	1.153	814
España	184.278	166.180	165.584	247	349	18.098	32.229	18.165

1. Vivienda familiar • 2. Residencia colectiva permanente
 3. Residencia colectiva eventual • 4. Edificios no residenciales
 5. Edificios a rehabilitar • 6. Edificios a demoler

Fuente: Ministerio de Fomento (2005b).

Si realizamos la comparación en superficie, es en Valladolid en la provincia en la que más metros cuadrados se construyeron en el año 2004. La superficie a construir en Castilla y León supuso sólo un 3% sobre el total de la superficie construida en España.

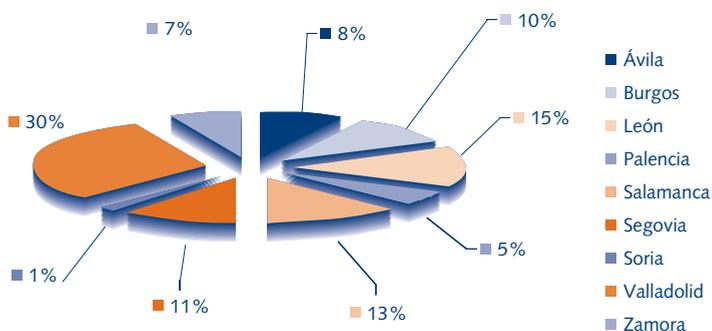
Cuadro 5.26 Superficie a construir de nueva planta (miles m²). Año 2004

	Edificios residenciales					
	Total edificios	Total	1	2	3	4
Ávila	259	237	235	2		22
Burgos	328	211	211			117
León	482	411	410		1	71
Palencia	164	100	98		2	64
Salamanca	424	386	384	2		38
Segovia	362	330	319		11	32
Soria	39	38	38			1
Valladolid	1.031	814	803	9	2	217
Zamora	225	166	163		3	59
Castilla y León	3.314	2.693	2.661	13	19	621
España	109.497	90.913	89.257	629	1.027	18.584

1. Vivienda • 2. Residencia colectiva permanente
 3. Residencia colectiva eventual • 4. Total edificios no residenciales

Fuente: Ministerio de Fomento (2005b).

Gráfico 5.26 Superficie a construir de nueva planta (miles m²). Año 2004



Fuente: Ministerio de Fomento (2005b).

5.3.2.2 Emisiones

A partir de los datos del Ministerio de Medio Ambiente, podemos observar como han ido aumentando las emisiones de gases de efecto invernadero por parte del sector residencial, comercial e institucional, en Castilla y León desde el año 1990:

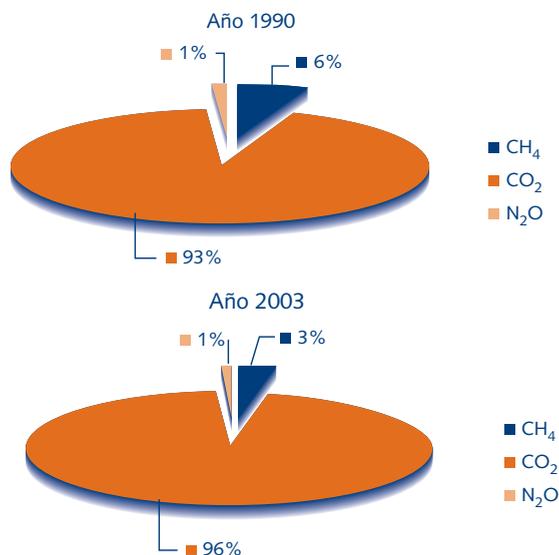
Cuadro 5.27 Emisiones en Castilla y León (toneladas equivalentes de CO₂)

	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Total
1990	107.124	1.797.636	23.734	1.928.495
1991	111.853	1.939.817	24.488	2.076.158
1992	110.953	1.991.727	24.526	2.127.207
1993	108.122	2.070.660	24.823	2.203.604
1994	116.665	2.282.574	26.076	2.425.316
1995	95.072	1.872.220	23.931	1.991.223
1996	97.664	2.284.773	25.985	2.408.422
1997	105.011	2.368.417	26.062	2.499.490
1998	110.175	2.478.470	26.688	2.615.334
1999	110.445	2.638.781	27.195	2.776.421
2000	94.253	2.690.758	26.995	2.812.006
2001	95.280	2.787.940	27.224	2.910.444
2002	95.342	2.826.873	27.505	2.949.721
2003	89.584	2.725.110	27.116	2.841.811

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA*

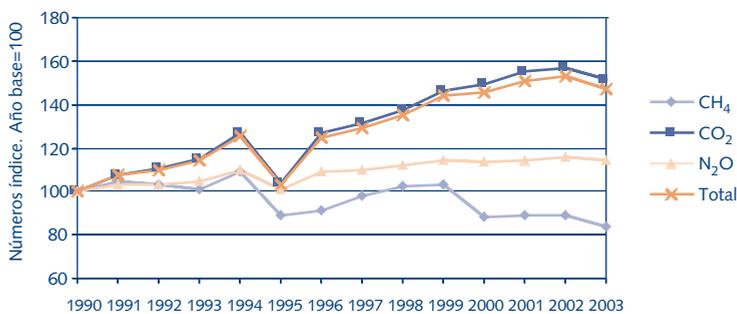
Si observamos la distribución de las emisiones por gases, comprobamos cómo el gas que supone mayor proporción sobre las emisiones totales es el CO₂ y cómo las emisiones de este gas han ido aumentando a lo largo del tiempo. Las emisiones de óxido nítrico, aunque aumentan, lo hacen en una proporción muy pequeña. Son las emisiones de metano las que sufren una variación distinta de los demás, ya que éstas disminuyen a lo largo del período considerado.

Gráfico 5.27 Distribución porcentual de los distintos gases en los años 1990 y 2003 en Castilla y León



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Gráfico 5.28 Números índice. Año base 1990.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del MMA.

Si realizamos la comparación del sector residencial comercial e institucional con el total del Grupo 1 (Energía), o sobre total de actividades de combustión los resultados son los siguientes:

Cuadro 5.28 Emisiones en Castilla y León. Grupo Energía.

GRUPO 1 ENERGÍA (toneladas equivalentes de CO₂)

	Actividades de Combustión						Emisiones fugitivas	Total
	Total	1	2	3	4	5	Total	
1990	25.203.279	14.471.527	2.909.190	4.696.644	3.125.918	0	479.105	25.682.384
1991	26.133.649	14.493.510	3.218.255	5.103.931	3.317.953	0	418.349	26.551.997
1992	26.434.667	14.801.447	3.098.391	5.123.340	3.411.488	0	435.464	26.870.131
1993	25.855.375	14.360.120	2.839.300	5.139.207	3.516.747	0	438.167	26.293.541
1994	27.076.111	14.783.765	3.013.962	5.513.409	3.764.975	0	460.848	27.536.959
1995	27.733.457	15.418.127	3.338.195	5.634.438	3.342.696	0	537.163	28.270.620
1996	25.674.007	13.011.208	3.043.678	5.834.269	3.784.852	0	526.634	26.200.641
1997	32.997.508	19.992.227	3.325.114	5.780.390	3.899.777	0	521.787	33.519.294
1998	28.045.849	14.273.950	3.394.549	6.261.774	4.115.576	0	568.556	28.614.406
1999	30.407.036	16.130.891	3.432.651	6.495.819	4.347.675	0	537.297	30.944.333
2000	30.949.882	16.241.952	3.709.852	6.625.762	4.372.317	0	544.412	31.494.294
2001	31.131.443	15.448.580	4.045.743	7.163.230	4.473.890	0	463.976	31.595.419
2002	33.803.556	17.250.925	4.183.767	7.824.625	4.544.238	0	456.666	34.260.221
2003	32.498.636	15.610.250	4.607.697	7.814.981	4.465.707	0	454.006	32.952.641

1. Industrias • 2. Industrias energéticas • 3. Transporte • 4. Sector residencial comercial e institucional
5. Agricultura silvicultura y pesca

	% Sobre el total de actividades de combustión	Sobre el total % del Grupo 1
1990	12,40	12,17
1991	12,70	12,50
1992	12,91	12,70
1993	13,60	13,37
1994	13,91	13,67
1995	12,05	11,82
1996	14,74	14,45
1997	11,82	11,63
1998	14,67	14,38
1999	14,30	14,05
2000	14,13	13,88
2001	14,37	14,16
2002	13,44	13,26
2003	13,74	13,55

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del MMA.*

El sector residencial, comercial e institucional no ha variado significativamente su participación en las emisiones de las actividades de combustión y consecuentemente tampoco en el total de emisiones del Grupo 1 (Energía).

No podemos realizar una comparación entre las emisiones de este sector en España y en Castilla y León ya que el Inventario Español proporciona los datos de emisiones del sector agregados con los de las industrias manufactureras y de construcción.

5.3.3 MARCO EN EL QUE SE DESENVUELVE

5.3.3.1 Marco Normativo

Las administraciones, en sus diferentes niveles, juegan un papel muy importante en la definición de políticas que permitan el ahorro de energía en los edificios.

Ámbito europeo

Existen tres Directivas relacionadas con el cambio climático y el sector residencial, comercial e institucional, aunque sólo es una la que se refiere a la eficiencia energética de los edificios (Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002)^{185a}.

La Directiva sobre la eficiencia energética de los edificios (EPBD) pretende fomentar la eficiencia energética de los mismos. Establece requisitos en relación con:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética en los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes^{185b}.
- La certificación energética de edificios. Esto supone obligar a informar sobre la "calidad" energética de los edificios cuando se produzca una compra o alquiler.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y la evaluación del estado de la instalación de calefacción con calderas de más de quince años.

La Directiva no impone ni establece ningún mínimo valor de ahorro o eficacia energética, sino que la determinación de este límite debe efectuarse a nivel de cada país. Si los valores usados como referencia en un país son bajos (como sucede hasta ahora con la referencia de la NBE-CT/79)¹⁸⁶ por esta vía no se obtendrán ahorros energéticos ni reducción de las emisiones ya que cualquier edificio fácilmente superará el mínimo establecido.

Ámbito nacional

La Administración Central dictó en los años que van desde 1975 a 1980 (a raíz de la primera crisis del petróleo) las primeras disposiciones reglamentarias en relación al consumo energético de los edificios, que se concentraron en la Norma Básica de Condiciones Térmicas de los edificios de 1979 (NBE-CT/79).

En 1999 se dictó la Ley de Ordenación de la Edificación¹⁸⁷ que tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios.

La Ley de Ordenación de la Edificación obliga a la Administración Central a promulgar un nuevo Código Técnico de la Edificación que actualice la norma obsoleta, con más de dos años de retraso este Código Técnico todavía no se ha promulgado.

Cuando se aplique el Código Técnico de la Edificación (CTE) supondrá una reducción de la demanda energética de los edificios, pero sin llegar a agotar las posibilidades de desarrollo tecnológico ni tan siquiera alcanzar las mejoras técnicas hoy ya disponibles.

Puede considerarse un primer paso positivo en la buena dirección pero al que deben seguir otras iniciativas bajo el mismo espíritu. El CTE en cuanto a los aspectos energéticos pretende principalmente:

- **En primer lugar**, limitar la demanda energética de los edificios mediante una mejora de la calidad de la envolvente. Acertadamente, este primer objetivo tiende a reducir la demanda de calefacción y refrigeración que es la más relevante en los edificios.
- **En segundo lugar**, trata de limitar la ineficiencia de los equipos y sistemas para lo que se remite al Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).
- **El tercer aspecto** considerado es la incorporación de energía solar térmica para el uso del Agua Caliente Sanitaria (ya que reducir la demanda de ACS es poco viable).
- **El cuarto aspecto** se remite a la incorporación de energía solar fotovoltaica en los grandes edificios consumidores de energía.

El mencionado Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) se aprueba mediante Real Decreto en 1998¹⁸⁸ modificándose posteriormente en 2002¹⁸⁹. Éste tiene por objeto "establecer las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios,

destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización, y agua caliente sanitaria, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen...”.

La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 (Estrategia E4)¹⁹⁰, aprobada en diciembre de 2003 presta una atención especial al sector residencial al considerar que, junto con el transporte privado, es dónde se han registrado los mayores aumentos de consumo energético. Se cree que su demanda energética continuará aumentando de forma estable como consecuencia del aumento de población, del número de hogares y de los equipamientos de estos. La Estrategia E4 prevé que los consumos de carbón en el sector residencial, igual que en otras industrias, tenderán a desaparecer como consecuencia de la evolución tecnológica y de los incentivos a su sustitución por otros combustibles menos agresivos con el medio ambiente. Asimismo, se considera que la implantación de nuevas tecnologías eficientes es más fácil en sectores como la industria, con alta rotación del capital fijo, continua reducción de costes energéticos por unidad de valor añadido y relativa concentración de puntos de consumo, frente a la atomización de sectores como el residencial o servicios. Por lo tanto, la Estrategia trata de evaluar la potencialidad de ahorro energético en la edificación (tanto doméstica como terciaria) en las instalaciones térmicas, en iluminación, así como en la depuración, potabilización y bombeo de agua.

Para concretar las actuaciones, los plazos o la responsabilidad de los diferentes organismos públicos en la Estrategia, en julio de 2005 se publica el Plan de Acción 2005-2007¹⁹¹. Las medidas y actuaciones que en él se detallan para el sector que nos ocupa, las trataremos en apartado destinado a medidas y políticas.

Ámbito local

Siguiendo los principios de la Carta de Aalborg y favoreciendo el desarrollo de programas Agenda 21 local, se han ido adoptado una serie de compromisos que refuerzan el importante papel que las ciudades deben afrontar en la consecución de un desarrollo sostenible, y por lo tanto en la elaboración y aplicación de políticas locales que contribuyan a la lucha contra el cambio climático. En este sentido, la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) propuso la creación de una Sección denominada “Red de ciudades por el clima”, que recogiendo los principios de los compromisos adoptados en la Conferencia de Aalborg +10 y de las obligaciones que debe cumplir España en la lucha contra el cambio climático, garanticen el impulso de políticas locales tendentes a favorecer el desarrollo sostenible en todas las actuaciones municipales. La “Red de Ciudades por el Clima” se constituyó el 1 de junio de 2005 y aprobó adoptar durante el primer año, entre otras, las siguientes medidas:

- Acuerdo para la aprobación en el plazo de un año de ordenanzas municipales sobre energía solar térmica para las nuevas edificaciones y para el alumbrado público.
- Introducir medidas económicas y fiscales para favorecer la implantación de energías renovables y medios de transporte urbano menos contaminantes.
- Medidas y criterios de eficiencia energética en las nuevas contrataciones municipales y en los concursos de adjudicación de servicios municipales.
- Condiciones mínimas para las compras de equipamientos municipales que favorezcan criterios de sostenibilidad.
- Progresiva incorporación de sistemas de eficiencia energética e implantación de energías renovables en los edificios y dependencias municipales. Acuerdos con las Asociaciones de empresas del sector solar térmico y solar fotovoltaico, que favorezcan dicha implantación.
- Acuerdos con los agentes económicos y las asociaciones de consumidores para el impulso de los equipamientos domésticos eficientes (clase A) y para el buen uso de la energía en los hogares particulares.
- Campañas de sensibilización sobre uso eficiente de la energía.

Como ya hemos comentado, a 29 de septiembre de 2005 las ciudades castellano-leonesas que habían adherido a esta Red eran tan sólo León, Ponferrada, Valladolid y Soria.

5.3.3.2 Medidas y políticas posibles

En el Programa Europeo sobre Cambio Climático (PECC) se proponen una serie de políticas y medidas para actuar sobre el cambio climático desde el sector residencial, comercial e institucional:

- Contratación pública de tecnologías de segunda transformación de bajo consumo energético.
- Auditorías energéticas y certificados de rendimiento calórico.
- Mejora del rendimiento en los ámbitos de la construcción y el alumbrado.
- Proyectos de construcción y planificación de infraestructuras.

A la hora de evaluar los objetivos de ahorro de energía en el sector de edificación, hay que tener en cuenta que la rentabilidad económica de las medidas técnicas dirigidas al ahorro en los edificios existentes es baja y de difícil implantación. A esto contribuyen tanto la larga vida de los edificios y sus instalaciones fijas, como su elevado número y dispersión, y sus relativamente pequeños consumos considerados individualmente. Por esto, se considera más adecuado introducir estas medidas en

la fase de diseño de los edificios fijando, vía normativa, unos requisitos mínimos de eficiencia energética e informando al comprador, o usuario, de la eficiencia energética de su edificio (en línea con lo propuesto en la Directiva 2002/91).

Los edificios (y más concretamente los de viviendas) son los responsables de la mayoría de las emisiones de CO₂ debido a su creciente consumo de energía. Por orden de importancia, los usos de la energía son:

- Climatización.
- Producción de agua caliente.
- Usos electrodomésticos.
- Iluminación.
- Cocción de alimentos.

Parece lógico que una estrategia de disminución de las emisiones acertada se centre, preferentemente, en las aplicaciones que más energía consumen (climatización y agua caliente), aun sin renunciar a las de menos.

En este sentido, en la Estrategia Española¹⁹² (2003) se identifican 45 medidas e instrumentos distinguiendo entre los correspondientes a edificios existentes y a edificios nuevos. Las medidas propuestas en cada caso, cubren tres tipos de acciones: sobre la envolvente edificatoria; sobre las instalaciones y equipos; y sobre el consumo.

De una forma resumida podemos decir que el ahorro de energía en los edificios pasa por tres aspectos básicos fundamentales:

- Limitación de la demanda.
- Mejora de la eficiencia de los equipos.
- Incorporación de energías renovables.

LIMITACIÓN DE LA DEMANDA

Se trata de utilizar todas las técnicas disponibles para conseguir que los edificios necesiten la cantidad de energía externa mínima para poder funcionar adecuadamente. La reducción de la demanda energética en los edificios es la medida básica y más eficaz para reducir las emisiones. El resto de medidas deben de considerarse como complementarias.

Centrándose en la Climatización para reducir la demanda energética de los edificios se dispone de varias técnicas arquitectónico-constructivas:

1. El emplazamiento (climatología) y la orientación

El emplazamiento es uno de los aspectos que no pueden variarse y por lo tanto al que deben de adaptarse las distintas estructuras. En cuanto a la orientación,

ésta permite proyectar el edificio de forma que se aproveche razonablemente la radiación solar en invierno y se obtenga una protección suficiente en verano.

2. El aislamiento

Este es el aspecto fundamental para poder controlar la demanda energética de los edificios. El aislamiento de la envolvente del edificio es el parámetro fundamental para reducir la demanda energética para la calefacción (o la refrigeración) sobre el que el proyectista tiene total y absoluta libertad para alcanzar el nivel más alto posible. Gracias al aislamiento se evita que el calor se “pierda” en invierno y que el edificio se “sobrecaliente” en verano.

3. La captación solar

La radiación solar penetra en el edificio proporcionando energía “gratuita” y, por lo tanto, debe intentar aprovecharse al máximo en invierno y reducirse al máximo en verano.

Compatibilizar una aceptable captación solar en invierno con una protección solar en verano obliga a adaptar la arquitectura a la climatología y disponer de sistemas de protección solar móvil que puedan colocarse o retirarse según sea necesario.

4. La ventilación

La ventilación es indispensable para mantener las condiciones higiénicas y de salubridad en el interior de los edificios.

En invierno, el aire tomado del exterior está más frío que el aire interior, de forma que la eliminación del aire viciado supone una pérdida de calor. Por esto es conveniente limitar la ventilación en invierno al mínimo necesario para mantener las condiciones higiénicas.

En cambio, en verano, durante las horas diurnas la temperatura del exterior es superior a la interior y la introducción de aire supone un aumento de la cantidad de calor. Esto es por supuesto indeseable desde un punto de vista energético, y, por lo tanto, debe también limitarse al máximo la ventilación.

En los climas que tienen una fuerte oscilación térmica es posible que en verano durante ciertas horas la temperatura exterior sea inferior a la interior y que pueda aprovecharse el potencial “frigorífico” del aire exterior para reducir la demanda de refrigeración. Durante estas horas sería conveniente sobre ventilar el edificio para reducir la demanda energética. Obviamente, esta medida es ineficaz en edificios administrativos o comerciales ya que no permanecen ocupados durante las horas nocturnas.

5. La inercia térmica

La inercia térmica es la capacidad que tiene un edificio en acumular calor en sus componentes para posteriormente cederlo.

En invierno, el objeto de la inercia térmica es aprovechar el exceso de calor proporcionado en las horas diurnas (existencia de radiación solar, uso del edificio...) para recuperarlo en las horas nocturnas. Para poder asegurar la existencia de excedente de calor debe de aumentarse la captación y al mismo tiempo maximizar el aislamiento.

En verano el exceso de calor debe de acumularse en el edificio para eliminarlo durante las horas nocturnas mediante una sobre ventilación (no reduciendo el aislamiento). En este caso es necesario minimizar la captación solar y maximizar el aislamiento.

Se ha exagerado el papel de la inercia pensando que por sí solo puede cubrir las deficiencias de un edificio mal concebido térmicamente. La inercia térmica permite reducir ligeramente el consumo de energía en los edificios de uso permanente siempre que se disponga de un nivel máximo de aislamiento y se tenga una buena captación solar en invierno y una buena protección solar en verano con la posibilidad de sobre ventilación nocturna. En otros casos, la inercia es ineficaz.

MEJORA DE LA EFICIENCIA

Por motivos tecnológicos, los equipos que incorporan los edificios no suelen aprovechar la totalidad de la energía que consumen. Es muy importante que sean lo más eficaces posible, que estén adecuadamente dimensionados y que la demanda a la que están sometidos sea lo menor posible.

INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

La incorporación de energías renovables no proporciona en sí un ahorro de energía sino que permite reducir su impacto ambiental. El crecimiento continuo de la demanda energética obliga, por un lado al ahorro energético y por otro, a buscar en las energías renovables la alternativa del futuro. Estas circunstancias conducen a la consideración de la arquitectura bioclimática y la utilización de la energía solar en forma pasiva y activa como fuente energética más adecuada para el acondicionamiento térmico de los edificios¹⁹³.

Para potenciar las técnicas de calefacción o las de refrigeración natural según las necesidades de confort en cada época del año, se debe utilizar la energía solar de forma **pasiva** a través de una arquitectura coherente energéticamente. Con

esta arquitectura, teniendo en cuenta las técnicas naturales de acondicionamiento y los componentes de la envolvente, se pueden obtener edificios eficientes energéticamente.

Además cuando las condiciones climáticas no proporcionan todas las necesidades energéticas se debe utilizar la energía solar para aplicaciones térmicas de calentamiento de agua y de producción de electricidad usando sistemas solares térmicos y fotovoltaicos integrados en la edificación, los cuales deben ser tenidos en cuenta desde los primeros pasos del diseño, ya que el desarrollo y difusión de la energía solar activa pasa por su integración en edificios.

Como el objetivo de la arquitectura bioclimática es hacer que las diferencias de temperaturas en el interior del edificio, a lo largo del año, estén muy atenuadas casi sin la necesidad de utilizar sistemas mecánicos o de generación interior, adquiere una gran importancia el diseño; es decir cómo sea la envolvente del edificio, de qué materiales está formado, cómo es la orientación, qué emplazamiento tiene el edificio, cómo es la climatología, etc.; para conseguir que los componentes que forman "la envolvente" del edificio hagan las veces de "captación" (o evitar que la energía solar entre), "acumulación y desfase de la onda térmica" y "distribución" de la energía solar que incide sobre ellos.

Aunque la mayoría de las experiencias de arquitectura bioclimática corresponden a la iniciativa pública, ya hay promotoras que han comenzado a edificar de esta forma. El problema que éstas encuentran es el encarecimiento del precio final, pues se estima que el coste final de una casa bioclimática se incrementa entre el 3 y el 10% (aunque algunos defienden que se incrementa entre un 20 y un 30%).

En nuestra comunidad autónoma existen ya ejemplos de edificaciones que incorporan criterios de sostenibilidad medio ambiental y de ahorro en el gasto energético¹⁹⁴. En Valladolid los miembros de la cooperativa de la Federación de Asociaciones de Vecinos Antonio Machado van a construir un edificio bioclimático. En Segovia en la localidad de Bernuí de Porreros se ha comenzado a construir la primera ciudad bioclimática.

Por lo que se refiere a las medidas propuestas en el sector de equipamiento residencial y ofimática, se trata, fundamentalmente, de fomentar la implantación progresiva de electrodomésticos de clase A (de alta eficiencia energética) a través de medidas que incentiven su compra, campañas de promoción, acuerdos voluntarios con los agentes del mercado, etc.

En el Plan de acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, se recogen las siguientes medidas para el sector residencial, comercial e institucional:

Cuadro 5.29 Estrategia E4. Plan de Acción 2005-2007.
Medidas en el Sector Residencial, Comercial e Institucional

Medidas	1	2	3	4
Edificios				
1. Rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios existentes	1.116.774	73.060	199	544
2. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes	1.553.411	101.625	350	913
3. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior de los edificios existentes	624.804	40.875	765	2.069
4. Medidas normativas para la transposición de la Directiva 2002/91/CE de Eficiencia Energética en Edificios				
Total edificios	3.296.531	216.421	1.505	3.989
Equipamiento residencial y ofimático				
5. Plan Renove de electrodomésticos	631.110	213.000	465	1.248
6. Concienciación y formación de vendedores y compradores	206.450	375	200	540
7. Incorporación de equipamiento eficiente en nuevas viviendas	2.214	36	2	5
8. Plan de Equipamiento y Uso Eficiente de la Energía en la Administración Pública	493.514	0	239	644
Total equipamiento	1.333.287	213.411	905	2.437
Total medidas sector	4.629.818	429.832	2.410	6.426

1. Inversión (Miles de €) • 2. Apoyo público (Miles de €) • 3. Ahorro Energía Primaria (Ktep)
4. Emisiones evitadas de CO₂ (KtCO₂)

Fuente: *Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2005).*

Los ecologistas resaltan en el documento *Críticas ecologistas a la Estrategia Española para el cumplimiento del protocolo de Kioto* la importancia del turismo dentro del sector residencial, comercial e institucional y por lo tanto, proponen que esa relevancia sea objeto de medidas de actuación específicas para reducir las emisiones procedentes del sector. En este sentido, plantean el establecimiento de una ecotasa proporcional al impacto de cada establecimiento en las emisiones, cuyos ingresos se destinen a un programa de financiación de inversiones para la reducción de la contribución del sector a las emisiones.

Entre otras muchas, proponen con carácter general las siguientes medidas para reducir las emisiones del sector:

- obligación de realizar anualmente programas de gestión de la demanda para impulsar el ahorro de energía, destinando porcentajes crecientes de la factura eléctrica a este fin;
- realizar campañas informativas sobre la necesidad y las formas de uso racional de la energía;
- redacción de una normativa de construcción y reparación de edificios dirigida a la mejora de la eficiencia en el uso de la energía en los mismos, que incluya la obligación de incluir los criterios de la arquitectura bioclimática en todo proyecto de construcción o reforma de edificios, que exija el máximo aprovechamiento de la energía solar pasiva para iluminación y climatización, y que prevea la integración arquitectónica de colectores solares térmicos y módulos fotovoltaicos. Dicha norma contemplará apoyos públicos para los edificios más eficientes;
- obligar a la instalación de equipos de energía solar térmica para la obtención de al menos el 80% del agua caliente sanitaria en todo edificio que se construya o reforme, a menos que se demuestre la inviabilidad técnica de hacerlo.

5.4 Residuos

5.4.1 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR

5.4.1.1 Introducción (Delimitación del Sector)

La primera cuestión importante es concretar lo que se entiende por Residuos a efectos del tema que nos ocupa, las emisiones de gases de efecto invernadero.

Dentro del ámbito europeo, las fuentes clave de emisión en este Sector (identificadas por la nomenclatura IPCC) son¹⁹⁵:

- **6.A.1:** Depósitos controlados en vertederos (CH₄).
- **6.A.2:** Depósitos incontrolados en vertederos (CH₄).
- **6.B.2:** Aguas residuales domésticas y comerciales (CH₄).
- **6.C:** Incineración de residuos (CO₂).
- **6.D:** Otros residuos.

No obstante, si se intentan comparar las emisiones entre los distintos países miembros, es preciso tener en cuenta, entre otros factores, la existencia de diferencias metodológicas que pueden distorsionar dicha comparación. A modo de ejemplo: para la fuente 6.A todos los países de la UE-15, menos Luxemburgo y Grecia utilizan

la metodología Tier2 de la IPCC. Dentro de la 6.A.1, 5 países, (entre ellos España) no hacen mención ni consideran a los residuos industriales (en el Inventario Nacional de España no se recogen debido a las dificultades de información). La fuente 6.D tiene distinto significado en unos países que en otros.

Nuestro Inventario Nacional considera Residuos, a efectos de las emisiones de CH₄, los Urbanos sólidos, tanto los de origen doméstico como los públicos similares y el Tratamiento de Aguas residuales (tanto de origen industrial como residencial-comercial, y, a efectos de las emisiones de CO₂, la Incineración de Residuos no industriales. Otras cuestiones metodológicas que se mencionan en él y que delimitan el Sector son las siguientes:

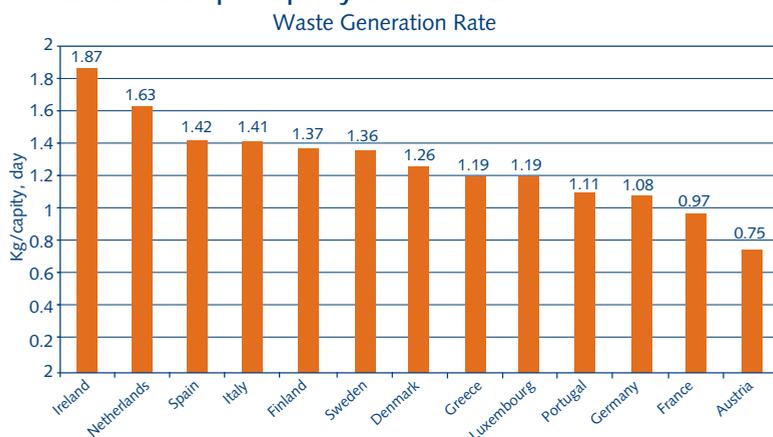
- Las emisiones de CO₂ procedentes de residuos orgánicos no son computadas a efectos de Kioto (igual que sucede en el caso del Sector Agrario).
- Las emisiones de CH₄ no son computadas si se procede a su combustión, bien como parte de un proceso de valoración energética, bien como mera eliminación de las mismas, ya que se convertirían en CO₂ de origen orgánico¹⁹⁶.

5.4.1.2 El Sector Residuos en Europa, España y Castilla y León

GENERACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Los residuos per capita y día generados en la Unión Europea-15, para el año 2003, según el informe de la AEMA citado, vienen expresados en el diagrama siguiente:

Gráfico 5.29 Residuos per cápita y día en la UE-15



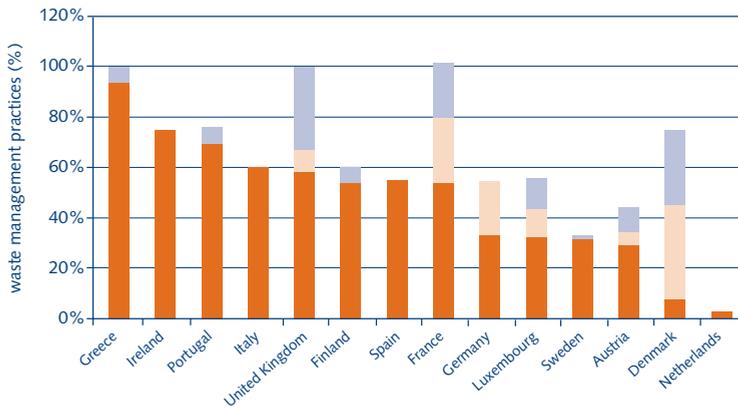
Fuente: CRF 2005, table 6 additional information, NIR 2005 if available, else NIR 2004, Additional information by Luxembourg. For Denmark the waste generation rate is the figure from the NIR, not from the CF which includes large amounts of industrial waste not relevant for the estimation.

Como puede verse, Irlanda es el país con mayor tasa de Residuos per cápita y día y Austria el de la menor. España ocupa el tercer lugar con 1,42 Kg.

A este respecto, la Junta de Castilla y León ofrece, para ese mismo año, como dato de generación de residuos urbanos per cápita y día la cifra de 1,14 Kg¹⁹⁷.

Por lo respecta al tratamiento de los Residuos sólidos urbanos, el siguiente diagrama establece la proporción entre los reciclados, los incinerados y los destinados a la generación de compost:

Gráfico 5.30 Tratamiento de residuos



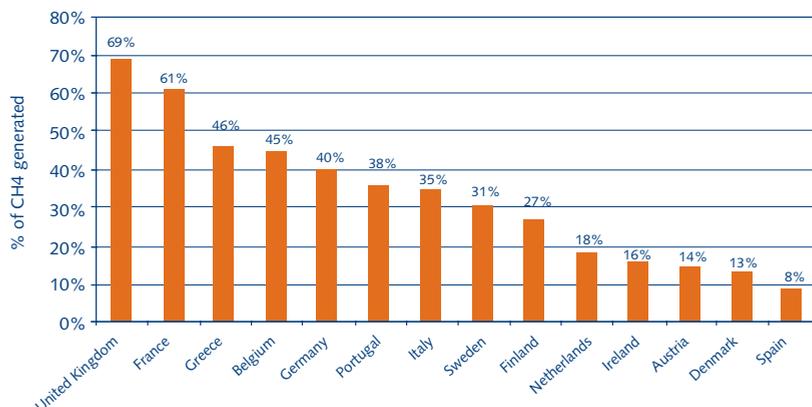
Source: CRF 2 formation; NIR 2005 if available, else NIR 2004; Additional information by Luxembourg

Fuente: CRF 2005, table 6 Additional information; NIR if available, else NIR 2004; Additional information by Luxembourg

España aparece totalmente en rojo, debido a que el desglose entre los diferentes destinos no se menciona explícitamente en el NIR-2005.

Los Residuos que no son reciclados o incinerados y que son sometidos a compostaje generan CH₄. La cantidad de gas generado que es recuperado y, por lo tanto, no se emite a la atmósfera, puede apreciarse en el siguiente diagrama:

Gráfico 5.31 Emisión de CH₄



Fuente: CRF 2005 Table 6 A.C.

Como puede observarse, España figura en último lugar con un 8% solamente, frente al 69% que recupera el Reino Unido.

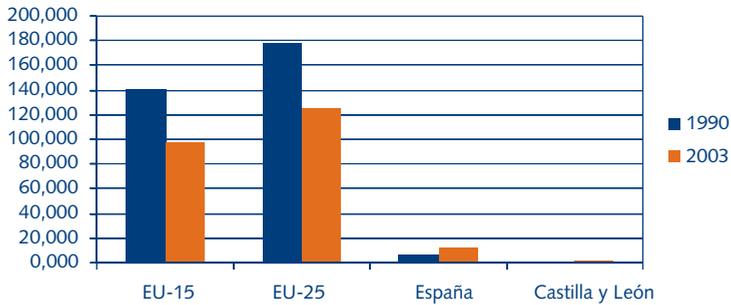
EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las emisiones del Sector Residuos en la Unión Europea, en España y en Castilla y León son las siguientes¹⁹⁸:

Cuadro 5.30 Valor absoluto de las emisiones de GEI del Sector Residuos (Mt equivalentes de CO₂)

	1990	2003	% Variación
Unión Europea-15	141,0	97,00	-31,3
Unión Europea-25	178,0	125,00	-29,8
España	7,1	11,40	60,5
Castilla y León	0,4	0,74	85,0

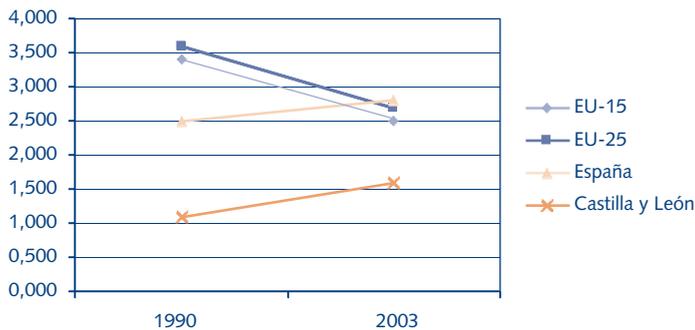
Gráfico 5.32 Valor absoluto de las emisiones de GEI del Sector Residuos (Mt equivalentes 2e CO₂)



Cuadro 5.31 Peso relativo del Sector Residuos en el total de las emisiones de GEI (CO₂ equivalente)

	1990	2003
Unión Europea-15	3,4%	2,5%
Unión Europea-25	3,6%	2,7%
España	2,5%	2,8%
Castilla y León	1,1%	1,6%

Gráfico 5.33 Peso relativo del Sector Residuos en el total de emisiones de GEI (CO₂ equivalente)



Los datos anteriores reflejan lo siguiente:

- Tanto en la EU-15, como en la UE-25 las emisiones por Residuos han disminuido entre 1990 y 2003 y su peso relativo, respecto al total de emisiones, también es menor.
- Sin embargo, tanto en España como en Castilla y León, las emisiones por Residuos han aumentado en ese mismo periodo y su peso relativo respecto al total de emisiones ha crecido.
- El peso relativo de las emisiones por Residuos, respecto al total, en Castilla y León es menor que en España en ambos años.
- Las emisiones de Residuos per capita en Castilla y León son similares (0,29 Tm) a las de España (0,28 Tm)

Si desglosamos las emisiones del grupo 6 (Residuos) por fuentes, los datos son los siguientes (Mt)¹⁹⁹:

Cuadro 5.32 Emisiones del Grupo 6

Fuente	1990	%del Total	2003	%del Total	% Variación
6.A Depósitos en vertederos					
Unión Europea-15	114	80,8	73	75,2	36
España	3,7	52,1	7,3	64	97,2
Castilla y León	0,25	62,5	0,45	60,8	80
6.B Aguas residuales domésticas y comerciales					
Unión Europea-15	10	7	7	7,2	-30
España	2,2	30,9	3,1	27,1	40,9
Castilla y León	0,12	30	0,23	31	91,5
6.C Incineración de residuos					
Unión Europea-15	5	3,5	3	3	-40
España	0,9	12,6	0,3	2,6	-67
Castilla y León	0,02	5	0,02	2,7	0
6.D Otros residuos					
Unión Europea-15	12	8,5	14	14,4	16,6
España	0,2	2,8	0,6	5,2	200
Castilla y León	0,021	5,2	0,032	4,3	52,3

Gráfico 5.34 Desglose de las emisiones del grupo 6 (Residuos) por fuentes (%)
Unión Europea-15

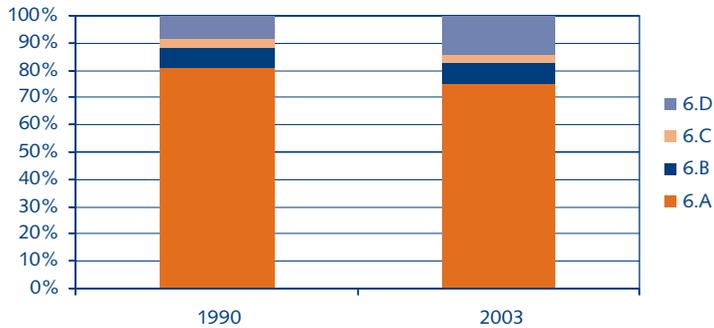


Gráfico 5.35 Desglose de las emisiones del grupo 6 (Residuos) por fuentes (%)
España

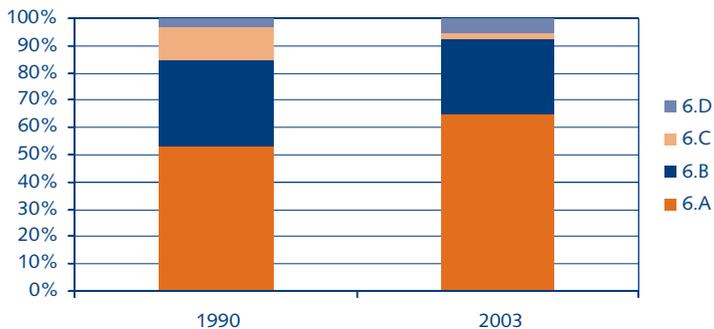


Gráfico 5.36 Desglose de las emisiones del grupo 6 (Residuos) por fuentes (%)
Castilla y León

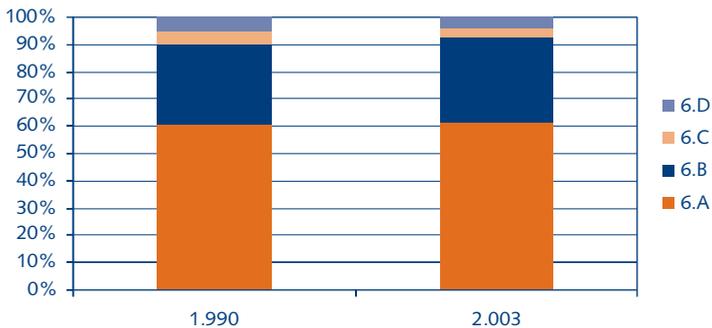


Gráfico 5.37 Evolución de las emisiones por fuentes (1990-2003) (%) UE-15

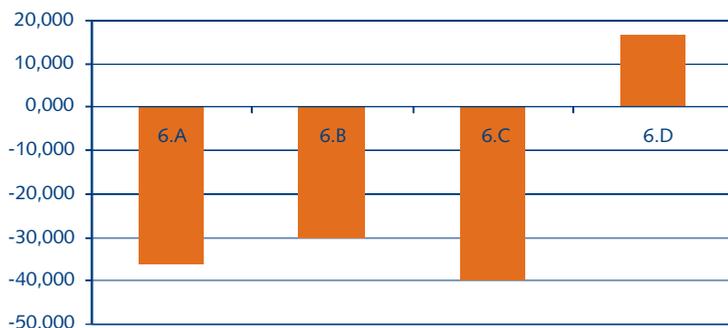


Gráfico 5.38 Evolución de las emisiones por fuentes (1990-2003) (%) España

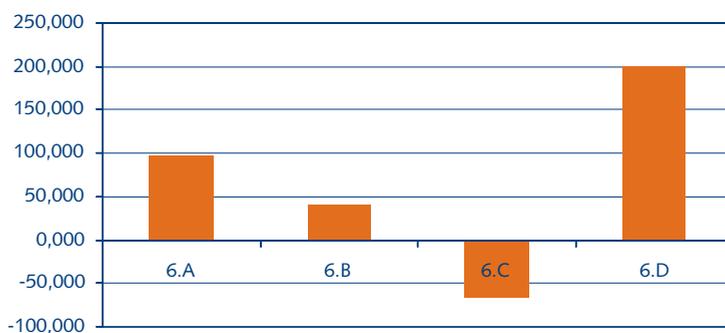
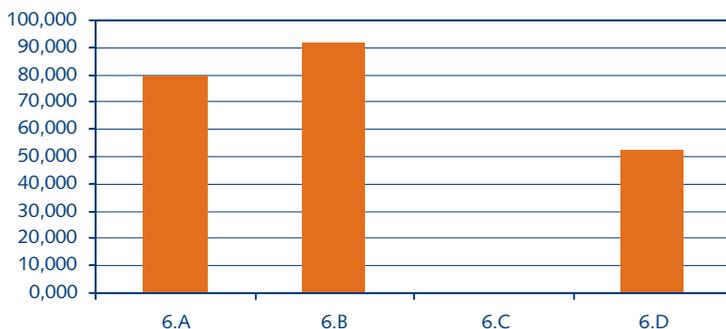


Gráfico 5.39 Evolución de las emisiones por fuentes (1990-2003) (%) Castilla y León



Los datos anteriores reflejan lo siguiente:

- La fuente 6.A (Depósitos en vertederos) representa en 2003 el 75% de las emisiones por residuos en la UE-15, aunque su peso relativo disminuyó respecto a 1990 (80,8%).
- En España, en 2003, supuso el 64% y aumentó respecto a 1990 (52,1%).
- En Castilla y León, fue del 60,8% y disminuyó, si se compara con 1990, ya que en ese año fue del 62,5%.
- La fuente de emisiones 6.B (Aguas residuales domésticas y comerciales) tiene mucho más peso (y similar valor en ambas), respecto al conjunto de emisiones por Residuos, en España y en Castilla y León que en la UE-15, aunque en España disminuyó algo (pasa del 30,9% en 1990 al 27,1% en 2003), mientras que en Castilla y León aumentó algo (30 y 31%, respectivamente).
- El peso de la fuente 6.C (Incineración de Residuos) era bastante más elevado en España que en la UE-15 y en Castilla y León en 1990, pero disminuyó sensiblemente en 2003, adecuándose a los de los otros ámbitos.
- El peso de la fuente 6.D (Otros residuos) aumentó en España entre 1990 y 2003 (2,8 frente a 5,2%), mientras que disminuyó en Castilla y León (5,2 y 4,3%). En la UE-15 aumentó (8,5 y 14,4) Recordamos que no se pueden comparar los datos de España y Castilla y León con los de la UE-15 por la diferente significación que tiene ese concepto.

5.4.2 MARCO EN EL QUE SE DESENVUELVE Y POLÍTICAS Y MEDIDAS POSIBLES

El Sector de los Residuos en Castilla y León, desde la perspectiva de su participación en la lucha contra el Cambio Climático, debe ser, necesariamente, analizado en el contexto europeo y español en que se integra nuestra Comunidad Autónoma. Por esa razón, vamos a describir los elementos normativos y de política más importantes, a nuestro juicio, que enmarcan y condicionan cualquier actuación que pueda plantearse en el ámbito regional.

Unión Europea

Como hemos dicho anteriormente, en 1990 (año base) las emisiones de GEI del Sector Residuos, en el ámbito de la UE-15, representaban el 3,4% del total. En 1999, como reconoce el 2º Informe del PECC²⁰⁰, ya se había producido una reducción del 22%, gracias a medidas nacionales y regionales, pasando de 137 a 106 millones de toneladas equivalentes de CO₂

Aprobado el Protocolo de Kioto en 1997, la UE en su COM/1999/230 "Preparación de la aplicación del Protocolo de Kioto", (que serviría, posteriormente, de base

al Programa Europeo sobre el Cambio Climático) se plantea los objetivos posibles de reducción de las emisiones de GEI. El potencial de reducción (respecto a las estimaciones de referencia para 2010) de CH₄ (de cuyas emisiones son responsables, fundamentalmente, el sector de la energía, los residuos y la agricultura) en el caso de los Residuos se estima en 83 Mill. de Tm., 23 con medidas de bajo coste y 60 de coste medio.

La COM (2000) *Sobre Políticas y Medidas de la Unión Europea para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero*: *Hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático*, cuando relaciona la lista de propuestas de políticas y medidas comunes y coordinadas sobre el cambio climático, menciona, por lo que se refiere al Sector Residuos:

- Fomento del tratamiento biológico de los residuos biodegradables.
- Revisión de la Directiva 86/278/CEE sobre lodos de depuradora.
- Envases y residuos de envases.

En 2001, el estudio *Waste management options and climate change*, encargado por la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea²⁰¹, evaluó el impacto de las diferentes opciones de gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en los 15 países de la UE para el horizonte 2000-2020.

En Abril de 2003, el 2º Informe sobre el PECC, citado anteriormente, estima que la implementación de la Directiva 1999/31/EC sobre Vertederos, en vigor, puede reducir las emisiones de metano en 41 millones de toneladas equivalentes de CO₂. Eso significaría que, sumadas la reducción producida entre 1990 y 1999, como consecuencia de las medidas nacionales, a los efectos de la Directiva, las emisiones de metano de los vertederos quedarían reducidas a la mitad en 2010, contribuyendo de forma considerable a la reducción total.

La implementación de la Directiva sobre Vertederos significa que todos los vertederos nuevos deberían tener mecanismos de recuperación de gas metano y que, para 2009, esos mecanismos deben estar instalados en todos los vertederos existentes. Además, los Residuos municipales biodegradables deben ser reducidos en un 50%, respecto a 1995, para 2009, y en un 65% para 2016.

A nivel de los distintos países de la UE-15, el análisis de las respectivas Estrategias de lucha contra el cambio climático muestra que, dentro del Sector Residuos, dicha lucha implica, sobre todo, a las mejoras en los servicios públicos y a la concienciación de las actitudes ciudadanas, pudiendo distinguirse:

- Medidas de regulación, especialmente con relación a los vertederos.
- Medidas de inversión en los servicios públicos, en plantas, transportes, etc.
- Medidas para estudiar la posibilidad de conversión del metano en combustible.

España

La política en materia de residuos viene predeterminada por las obligaciones que en el ordenamiento jurídico introducen, por un lado, la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases y su desarrollo reglamentario contenido en el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril y, por otro lado, la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos²⁰². Ambas leyes transponen a nuestra legislación las Directivas Comunitarias sobre la materia.

Otra referencia importante es el Plan Nacional de Residuos Urbanos (2000-2006), de 30 de abril de 1999, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997 de Envases y Residuos de envases. Los objetivos fundamentales de dicho Plan son:

- Clausura y sellado de todos los vertederos incontrolados existentes, antes del 2005.
- Construcción de estaciones de transferencia de residuos.
- Adaptación de las actuales instalaciones a la Directiva sobre vertederos.
- Cierre de las plantas de incineración que no recuperen energía.

Contempla también:

- La reducción del 10% de los residuos de envases antes del 30 de junio de 2001.
- La implantación de la recogida selectiva en todos los municipios de más de 5.000 habitantes antes del 1 de Enero de 2001 y en los de más de 1.000 habitantes antes de Enero de 2006, mediante la dotación de los contenedores adecuados hasta conseguir que haya un contenedor por cada 500 habitantes.

Además establece:

- La obligatoriedad de uso de papel reciclado en propaganda de buzoneo.
- El aprovechamiento de la materia orgánica con el compostaje, en el año 2001, del 50% de toda la contenida en los residuos urbanos

El Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y el Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo su incineración.

Por su parte, el borrador de la Estrategia Española contra el Cambio Climático, aprobado por la Comisión Permanente del Consejo Nacional del Clima en diciembre de 2003, propone 29 medidas e instrumentos que incluyen tanto el impulso de acciones ya previstas, por ejemplo en el Plan Nacional de Residuos Urbanos, como medidas adicionales. Caben desde el fomento de sistemas de recogida selectiva,

pasando por clausura, sellado y restauración de vertederos incontrolados, hasta acciones en el área del compostaje.

Castilla y León

El artículo 4.2 de la Ley 10/1998 de Residuos mencionada, atribuye a las CC.AA. la competencia para elaborar los Planes autonómicos de residuos. Dicha Ley, junto con la 11/1997 y el Plan Nacional de Residuos Urbanos de 1999 exigen, en nuestro caso, a la Junta de Castilla y León la aprobación de la Estrategia Regional de Residuos.

La Estrategia Regional de Residuos de Castilla y León pone el acento, tanto en la prevención de la generación de residuos, como en el fomento del sector de la reutilización y el reciclado. La finalidad última sería la obtención de beneficios medioambientales por el aprovechamiento de los recursos que contienen los residuos, que de otro modo serían eliminados, y por otro la disminución de los efectos ambientales que producen tanto el vertido de los residuos como los derivados de su gestión, como puede ser el consumo de energía y las emisiones de CO₂. Asimismo se obtendrían beneficios económicos por el ahorro de costes de producción de materias primas, sustituidas por material procedente de residuos y por la disminución en la eliminación de los residuos.

La Estrategia Regional de Residuos incluye, entre sus medidas, la actualización del Plan Regional de Residuos Urbanos existente en el momento de su redacción. Entre los Programas Verticales de la Estrategia, el referente a residuos urbanos y residuos de envases, contempla expresamente la “elaboración y publicación mediante Decreto, del nuevo Plan Regional de Residuos de Castilla y León”. El Decreto 18/2005, de 17 de febrero, por el que se aprueba el Plan Regional de Ambito Sectorial de Residuos Urbanos y Residuos de Envases de Castilla y León 2004-2010, (PRRU) da cumplimiento a dicho mandato.

Las directrices del PRRU, que marcan la línea estratégica bajo la que se desarrollarán los elementos del mismo, incorporando, por tanto, los principios emanados de la Unión Europea y el Estado en materia de gestión de residuos, protección ambiental y, en general, desarrollo horizontal de la política ambiental, son las siguientes:

- Prevención y minimización
- Reutilización y reciclado.
- Valorización de la materia orgánica.
- Segregación de residuos peligrosos y otros residuos especiales.
- Responsabilidad del productor y aplicación del Principio “el que contamina paga”.
- Participación ciudadana y acceso a la información.

En consecuencia con esas directrices, los objetivos estratégicos del Plan son los siguientes:

- Progresiva reducción de la cantidad de residuos producida por persona y año.
- Establecimiento en todo el territorio de la Comunidad de sistemas de gestión de residuos urbanos y residuos de envases bajo unos criterios de calidad en el servicio, que sean ambientalmente seguros, y técnica y económicamente viables, y tendentes a la segregación y recuperación de los materiales contenidos en los residuos.
- Protección y minimización de los riesgos con potencial incidencia sobre el medio ambiente.
- Fomento de la reutilización directa de determinados productos, potenciando el reciclaje de los no reutilizables, y fomentando los posibles mercados de los recursos procedentes del reciclado.
- Valoración de la fracción orgánica del residuo urbano mediante la obtención de compost (valorización material) y biogás (valorización energética).
- Reducción de aquellos residuos de envases, para los que la viabilidad técnica, económica y ambiental de tecnologías de recuperación o reciclado desaconsejen éstas.
- Eliminación del vertido incontrolado, y clausura, sellado y restauración progresiva de los vertederos de residuos urbanos en las condiciones que se determinen en el correspondiente Programa.
- Establecimiento de procedimientos de recopilación, procesado y difusión de aquella información sobre la producción y gestión de los residuos urbanos y de envases, de interés para el control de la eficacia de este Plan y sus Programas, así como el cumplimiento de los objetivos en él fijados. Asimismo, fomento de las medidas de vigilancia y control de la incidencia ambiental de la gestión de estos residuos.

La hipótesis de la que parte el Plan es la de que el 25% de los vertidos de residuos urbanos que tienen lugar en Castilla y León están deficientemente controlados. Uno de los propósitos principales es el de sellar los vertederos en las provincias donde esté en funcionamiento un Centro de Tratamiento de Residuos.

La metodología del PRRU es muy clara: en primer lugar es preciso diseñar un modelo de gestión. A continuación hay que establecer el tipo de infraestructuras que se derivan de la estructura del modelo de gestión, distinguiendo, a ese respecto, entre inversiones básicas y necesarias (Plantas de transferencia, Centros de Tratamiento de Residuos y Depósitos de Rechazos) e instalaciones complementarias (p.e. puntos limpios, plantas de clasificación de envases, contenedores).

El desarrollo del modelo de gestión da lugar al desarrollo de distintos Programas: Programa de prevención, Programa de implantación de instalaciones y equipamientos, Programa de reutilización y reciclado, Programa de clausura y sellado de vertederos, Programa de participación ciudadana y divulgación y Programa de gestión, control y evaluación.

La gestión del Plan exige determinar cuales son los Organismos encargados del desarrollo y cumplimiento del Plan. Se proponen como alternativas: las Mancomunidades como órganos zonales de recogida, el Consorcio provincial para el transporte desde las Plantas de Transferencia hasta los Centros de Tratamiento de Residuos y las Sociedades mercantiles interlocales, encargadas de facilitar la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos.

Entre los objetivos estratégicos del PRRU figuran algunos que tienen gran importancia respecto a la responsabilidad del Sector en las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo:

- El compostaje, entendido como el proceso controlado de transformación microbiológica aerobia y termófila de los residuos orgánicos biodegradables, que proporciona abono que puede, de alguna manera, sustituir a los abonos nitrogenados generadores de emisiones de GEI.
- En relación con lo anterior, el aprovechamiento energético del biogás procedente de la digestión anaerobia (biometanización).
- La eliminación con recuperación de calor (por ejemplo mediante la incineración).
- En general, la valorización energética, entendida por el Plan como "procedimiento que permita la transformación en energía de los recursos contenidos en los residuos".

La instalación capacitada para cumplir con estos objetivos, según el PRRU, es el Centro de Tratamiento de Residuos (CTR). Es más, si una instalación no dispone de la tecnología necesaria de aprovechamiento energético, se la denomina Planta de Compostaje.

La situación de Castilla y León, en cuanto a los CTRs y a otras instalaciones de Residuos Urbanos, en el momento de la aprobación del Plan, es la que expresan los dos cuadros siguientes:

Centros de tratamiento de residuos urbanos, estado actual del modelo de gestión

	Clasificación y selección			Línea de clasificación en envases			Biometanización			Compostaje			depósito de rechazos		
	F	C	P	F	C	P	F	C	P	F	C	P	F	C	P
Áv.	2 ^(*)			2 ^(*)			1			2 ^(*)			1 1		
Bu.	1	1	1	1			1			1	1	1	1		
Le.	1			1			1			1			1		
Pa.	1			1			1			1			1		
Sa.	1						1			1			1		
Se.	1			1						1			1		
So.	1			1						1 ^(**)			1		
Va.	1			1			1			1			1		
Za.	1			1			1			1			1		
Total	7	4	1	5	4	0	2	4	0	7	4	1	7	3	0

(*) Arenas de San Pedro entrará en funcionamiento una vez terminado el Depósito de Rechazos correspondiente.

(**) Se está realizando la ampliación y modernización.

Otras instalaciones de residuos urbanos, estado actual del modelo de gestión

	Planta de clasificación de envases			Plantas de transferencias			Puntos limpios >5.000 hab.			Puntos limpios > 1.000 hab.					
	F	C	P	F	C	P	F	C	P	F	C	P			
Áv.				4			2			5			1 17		
Bu.							5			2			4 1 2 4 16		
Le.	2			5						11			2 4 63		
Pa.							5			3			2 17		
Sa.	1						5			2			7 2 25		
Se.				5						2			4 3 14		
So.				2						4			4 4 2		
Va.				4						7 3 3			34		
Za.				6						4			20		
Total	1	2	0	29	15	6	47	3	14	14	7	208			

F. Instalación en funcionamiento • C. Instalación ejecutada, en construcción o contratación
P. Inatención en proyecto pendiente de ubicación.

En cuanto a objetivos cuantitativos que se plantea el Plan, para el 2007, en relación con el tema que nos ocupa, se podrían destacar dos:

- Valoración de la materia orgánica mediante sistemas de biometanización: 45% del peso.
- Valorización de la materia orgánica mediante sistemas de compostaje: 80% del peso.

Notas

¹¹³ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003b:79).

¹¹⁴ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003a:13).

¹¹⁵ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003B:72).

¹¹⁶ Agencia Europea de Medio Ambiente (2004:18).

¹¹⁷ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003a:17).

¹¹⁸ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003b:72 y 81).

¹¹⁹ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003a:13).

¹²⁰ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003b:72).

¹²¹ Agencia Europea de Medio Ambiente (2004:19).

¹²² Agencia Europea de Medio Ambiente (2004:19).

¹²³ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003c:19).

¹²⁴ Plan Nacional de Asignación (2004).

¹²⁵ Plan Nacional de Asignación (2004).

¹²⁶ Plan Nacional de Asignación (2004).

¹²⁷ Consejo Económico y Social de Castilla y León (2002).

¹²⁸ La disminución del peso relativo del sector en 1997 se debe a un incremento significativo de las emisiones del Grupo Energía (y, por tanto, del Total) debido al incremento de emisiones en las industrias energéticas.

¹²⁹ IPCC (1996) e IPCC (2001b) Energía, 2.45.

¹³⁰ COMISIÓN EUROPEA (1999).

¹³¹ En este punto, es interesante señalar que mientras el IPCC considera factores de emisión sobre el combustible utilizado, (tCO₂ /tcombustible), Auto Oil los considera por distancia recorrida. (gCO₂/km recorrido).

¹³² La desagregación por tonelaje ha sido imposible al no disponer de factores de emisión diferenciados.

¹³³ AUTO OIL Página web.

¹³⁴ Programa Europeo Contra el Cambio Climático (2001).

¹³⁵ COM (2001) 370 final.

¹³⁶ COM(2001) 264.

¹³⁷ En enero de 2002 la Comisión publicó la Comunicación «Hacia un espacio ferroviario europeo integrado» que recoge cinco medidas cuyo objetivo es mejorar la cuota de mercado de los ferrocarriles a través de la mejora de las redes ferroviarias europeas. COM (2002) 18 final.

¹³⁸ La Comisión aprobó la Propuesta modificada de Directiva sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios que recoge la necesidad de eliminar las actuales restricciones que dificultan el acceso de los operadores, mejorar la calidad de los servicios prestados a los usuarios de los puertos, aumentar la eficacia y flexibilidad, contribuir a la reducción de los costes y, de esa manera, fomentar la navegación marítima a corta distancia y el transporte combinado. COM (2002) 101 final.

¹³⁹ Reglamento (CE) 1382/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo.

¹⁴⁰ Agencia Europea de Medio Ambiente (2004:18).

¹⁴¹ La Comisión ha estado preparando una Comunicación sobre el uso de instrumentos económicos (tasas por la utilización de infraestructuras) que aseguren que los usuarios del sistema de transporte paguen en función de los costes reales, medidas que indirectamente fomentarían un cambio hacia formas de transporte más sustentables.

¹⁴² Agencia Europea de Medio Ambiente (2003b:79).

¹⁴³ COM (1997) 599 final.

¹⁴⁴ COM (2002) 321 final.

¹⁴⁵ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003a:14) y (2003b:78).

¹⁴⁶ Recomendación de la Comisión 1999/125/CE, Recomendación de la Comisión 2000/304/CE, y Recomendación de la Comisión 2000/303/CE.

¹⁴⁷ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003b:79).

¹⁴⁸ Agencia Europea de Medio Ambiente (2003b:81).

¹⁴⁹ COM (2005) 35 final.

¹⁵⁰ COM (2005) 459 final.

¹⁵¹ Decisión 2002/834/CE.

¹⁵² Ministerio de Economía (2003).

¹⁵³ Plan Nacional de Asignación (2004).

¹⁵⁴ Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2005a).

¹⁵⁵ Plan Nacional de Asignación (2004).

¹⁵⁶ Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2005b).

¹⁵⁷ Resolución de 11 de septiembre de 2003 de la Secretaría General de Medio Ambiente.

¹⁵⁸ Ministerio de Fomento (2005a).

¹⁵⁹ Ministerio de Fomento (2001).

¹⁶⁰ Consejería de Medio Ambiente (2002).

¹⁶¹ Consejería de Medio Ambiente (2003).

¹⁶² Red de Ciudades por el Clima (2005).

¹⁶³ COM(2005) 261 final.

¹⁶⁴ SEC (2005) 43.

¹⁶⁵ En el ejemplo de cálculo de la incertidumbre en el nivel 1 (Apéndice 6A.2 de la Guía de Buenas Prácticas), los valores de incertidumbre combinada, expresada en % de las emisiones nacionales totales, son de 21 para el N₂O de suelos agrícolas, 6,5 para el CH₄ de fermentación entérica y del 2,2 para el CO₂ de cambio en el uso de la tierra y la silvicultura; estos valores son muy superiores a los del resto de actividades.

¹⁶⁶ Los otros tres tipos de gases (HFC, PFC y SF₆) no tienen origen agrario, aunque algunas fuentes relacionan los fluorocarbonos con la agricultura intensiva, sin cuantificar dicha relación.

¹⁶⁷ Estos porcentajes son los considerados medios entre las distintas estimaciones.

¹⁶⁸ Los datos se refieren 2002 para el conjunto de la Unión (UE 25) y están tomados del Anuario de Estadística agroalimentaria de MAPYA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004). Para la UE 15, las tierras de cultivo se reducen al 26,3% de la superficie total.

¹⁶⁹ Los datos referidos a la ganadería europea proceden de FAOSTAT (FAO, 2005).

¹⁷⁰ Polonia tiene más vacas de leche que el Reino Unido, pero el régimen de explotación es menos intensivo; entre los 4 países representan el 56% de la cabaña lechera de la UE25. Si consideramos la totalidad de la cabaña bovina, los tres países citados tienen el 49% de las cabezas.

¹⁷¹ Las cifras correspondientes a España, tanto las de distribución general de la superficie, como de la distribución por aprovechamientos y de la ganadería, se aportan en la última fila de los cuadros correspondientes a Castilla y León.

¹⁷² Estos porcentajes están calculados con los datos de la Encuesta sobre superficies y rendimientos de los cultivos (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2005).

¹⁷³ Calculado con datos de EUROSTAT (2005).

¹⁷⁴ Un dato destacado del cuadro 5.11 es el espectacular crecimiento de emisiones derivadas del uso de combustibles gaseosos, debido seguramente al mayor uso del gas natural en el sector; en cualquier caso, el volumen total de estas emisiones es muy pequeño.

¹⁷⁵ En 1990 y por provincias en Ávila, Burgos, León, Segovia y Soria ocho meses fueron fríos y 4 templados. En Palencia, Salamanca, Valladolid y Zamora siete meses fueron fríos y cinco templados. En 2004 todas las provincias fueron frías durante ocho meses y templadas en cuatro meses.

¹⁷⁶ Los factores de emisión para los tres sistemas a considerar son 0,001 para sistema líquido, 0,02 para almacenamiento sólido y 0,005 para otros.

¹⁷⁷ El coeficiente utilizado para esta transformación es (44/28)/1000, donde el paréntesis expresa el cociente de los pesos moleculares del N₂O y del N, respectivamente.

¹⁷⁸ Las cifras de fertilizantes sintéticos se han calculado a partir de los datos de consumo de abonos nitrogenados de la Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes (ANFFE, <http://www.anffe.com/evolucion.html>). No están disponibles los correspondientes a 1990.

¹⁷⁹ El IPCC asigna a este sistema de manejo el 87% del nitrógeno excretado por el ganado ovino (ver cuadro 9). Un porcentaje menor, que parece más real en Castilla y León, daría lugar a evolución de las emisiones que, en caso de descender, lo harían en menor cuantía.

¹⁸⁰ Hay que hacer matizar que en el análisis provincial no se computan las emisiones procedentes de los fertilizantes sintéticos, por lo que la correlación entre las emisiones de origen agrícola y las del ganadero es muy elevada.

¹⁸¹ Este impuesto no se llegó a implantar por las protestas de los ganaderos.

¹⁸² Un ejemplo de regeneración de este tipo de suelos puede verse en Macías, Bueno y Monterroso (2001).

¹⁸³ Censo de población y vivienda 2001.

¹⁸⁴ Información obtenida del Real Decreto 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007.

^{185a} Las otras se refieren a los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes (Directiva 2000/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000) y a los requisitos de rendimiento energético de los frigoríficos, congeladores y aparatos combinados eléctricos de uso doméstico (Directiva 1996/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de septiembre de 1996).

^{185b} Esta medida no tiene demasiada trascendencia ya que la mayor parte de los edificios son de un tamaño muy inferior a este límite.

¹⁸⁶ Real Decreto 2429/1979.

¹⁸⁷ Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la edificación. (BOE nº 266 de 6 de noviembre de 1999).

¹⁸⁸ Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio.

¹⁸⁹ Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre.

¹⁹⁰ Ministerio de Economía (2003).

¹⁹¹ Ministerio de Industria, turismo y comercio (2005).

¹⁹² Consejo Nacional del Clima (2003).

¹⁹³ Heras Celemin, M.R. (2004).

¹⁹⁴ Se ha convocado el I Premio de Edificación Sostenible de Castilla y León 2005-2006, otorgado por las Consejerías de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y el Instituto de la Construcción de Castilla y León enmarcado en la estrategia de impulso y promoción de una mejora de la calidad de vida de nuestro entorno urbano y medio ambiental. Se pretende distinguir con este Premio al proyecto de edificación realizado en Castilla y León que aporte aspectos innovadores y de mejora clara de su comportamiento sostenible, de modo que sea considerado un referente de Edificación Sostenible para el resto del parque edificatorio de nuestra Comunidad Autónoma.

¹⁹⁵ AEMA. Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2003 and inventory report 2005.

¹⁹⁶ Vease: MMA (2005a).

¹⁹⁷ Obtenido del Plan Regional de Residuos Urbanos de Castilla y León, aprobado por Decreto 18/2005 de 17 de febrero.

¹⁹⁸ Las fuentes de las que proceden los datos son: para la UE y España las citadas en las notas anteriores y para Castilla y León los datos proporcionados por la Dirección General de Calidad del Aire del Ministerio de Medio Ambiente para este trabajo.

¹⁹⁹ El Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2003 and inventory report 2005 de la AEMA no ofrece datos desglosados por fuentes para la EU-25.

²⁰⁰ 2º ECCP Progress Report. Abril 2003.

²⁰¹ European Communities. Yo no creo que deban a ir a España porque las medidas no se pondrán en práctica en TODOS los municipios españoles, sino que aquellos que firmen y quieran. Las medidas serán locales aunque se diseñen en un ámbito superior.

²⁰² Vease la Tercera Comunicación de España a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, página 83.



Bibliografía

- AEA Technology (2001): *European Communities. Waste management options and climate change. Final Report.*
- AENA (Asociación Española de Navegación Aérea). Página web <www.aena.es>
- AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (AEMA) (2003a): *El medio ambiente en Europa. Tercera Evaluación. Resumen.*
- AEMA (2003b): *Europe's environment: the third assessment.* Report nº 10 Mayo.
- AEMA (2003c): *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2003.*
- AEMA (2003d): *Atmospheric Emission Inventory Guidebook.* 3rd Edition, September. EMEP/CORINAIR.
- AEMA (2004): *Señales medioambientales de la AEMA 2004. Una actualización de la Agencia Europea de Medio Ambiente sobre temas específicos.*
- AEMA (2005a): *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2005.*
- AEMA (2005b): *The European environment-State and outlook 2005.*
- AEMA (2005c): *Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990-2003 and Inventory Report 2005.*
- AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (1999). *Dealing with climate change.* Paris. OCDE.
- AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2002). *Beyond Kyoto. Energy dynamics and climate stabilization.* OCDE/AIE. Francia.
- AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA Y AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (2005): *Energy Indicators For Sustainable Development: Guidelines And Methodologies.* International Atomic Energy Agency. Viena.
- ANFEVI (Asociación Nacional de Empresas de Fabricación Automática de Envases de Vidrio). Página web <www.anfevi.com>
- ASEMFO (Asociación Nacional de Empresas Forestales) (2004): *Los bosques como sumideros de carbono. Propuestas de actuación.*
Página web <www.asemfo.org>
- ASPAPEL (Asociación de Fabricantes de Pasta de Papel, Papel y Cartón).
Página web <www.aspapel.com>
- ASPAPEL (2002): *Informe Medioambiental. El ciclo sostenible del papel.*
- ASPAPEL (2003a): *Contribución inicial del sector papelerero a la reducción de emisiones de CO₂ en España.*
- ASPAPEL (2005a): *Informe Estadístico 2005.*

- ASPAPEL (2005b): *Memoria de Sostenibilidad – Sector Papel*.
- AUTO OIL. Página web <europa.eu.int/comm/environment/autooil>
- AVERY, D. (2005): *Cómo reducir el calentamiento terrestre*.
Página web <www.analitica.com/va>
- BOTERO, J.A. (1999): "Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono". En SÁNCHEZ y ROSALES (Eds.) (2003): *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina - II - Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica (Agosto de 2000-Marzo de 2001)*. Cap. 6. FAO, Roma.
- CARMONA, J.C. et al. (2005): "El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18 (1).
- COM (1995) 682 final: *Libro Blanco. Una política energética para la Unión Europea*. Comisión Europea.
- COM (1997) 196 final: *Dimensión energética del Cambio Climático*. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento, al Comité Económico y Social y al Comité de las regiones. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COM (1997) 481 final: *El cambio climático. Estrategia de la Unión Europea ante la Conferencia de Kyoto*. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COM (1997) 599 final: *Energía para el futuro: fuentes de energía renovables - Libro Blanco para una estrategia y un plan de acción comunitarios*. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (1998) 86 final: Decisión de la Comisión de 23 de marzo de 1998, relativa a la firma por la Comunidad Europea de un Protocolo a la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- COM (1998) 353: *El cambio climático. Hacia una estrategia post-Kyoto*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COM (1998): *Una estrategia de la UE para el sector forestal*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COM (1999) 230: *Preparación del Protocolo de Kyoto*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento. Oficina de las Publicaciones Oficiales de la Unión Europea. Bruselas.
- COM (2000) 87 final: *Libro Verde sobre el comercio de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la UE*. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.

- COM (2000) 88 final: *Políticas y medidas de la Unión Europea para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: Hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC)*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COM (2000) 769 final: *Libro verde. Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*. Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas.
- COM (2001) 226 final: *Proposal for a Directive on Energy Performance of Buildings*. Propuesta de Comisión de las Comunidades Europeas al Parlamento y al Consejo.
- COM (2001) 264: *Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor: estrategia de la Unión Europea en favor del desarrollo sostenible*. Comunicación de la Comisión de 15 de mayo de 2001. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2001) 370 final: *Libro Blanco. La política Europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad*. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2001) 547 final: *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of biofuels for transport*. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2001) 580 final: *Ejecución de la primera fase del Programa Europeo sobre Cambio Climático*. Comunicación de la Comisión. Bruselas. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2002) 18 final: *Hacia un espacio ferroviario europeo integrado*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2002) 101 final: *Propuesta modificada de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el acceso al mercado de los servicios portuarios*. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2002) 321 final: *Libro Verde. Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2002) 415 final: *Propuesta de directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía*. Presentada por la Comisión.
- COM (2003) 403: *Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se modifica la Directiva por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto*. Comisión de las Comunidades Europeas.

- COM (2003) 492 final: Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2003) 830 final: Comunicación de la Comisión de 7 de enero de 2004 relativa a las orientaciones para los Estados miembros sobre la aplicación de los criterios del anexo III de la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo, y circunstancias en las que queda demostrada la situación de fuerza mayor.
- COM (2005) 35 final: *Ganar la batalla contra el cambio climático mundial*. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2005) 37: *Revisión en 2005 de la Estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible: Primer balance y orientaciones futuras*. Comunicación de la Comisión, de 9 de febrero de 2005. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2005) 261 final: *Proposal for a Council Directive on passenger car related taxes*. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2005) 265 final: *Libro verde sobre la eficiencia energética o cómo hacer más con menos*. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COM (2005) 459 final: *Reducción del impacto de la aviación sobre el cambio climático*. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Comisión de las Comunidades Europeas.
- COMISIÓN EUROPEA (1999): *The Auto-Oil II Programme Transport Base Case Data-Spain*. Directorates for: Economics and Financial Affairs, Enterprise, Transport and Energy, Environment, Research and Taxation and Customs Union.
- COMISIÓN EUROPEA (2000): *Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry*. European IPPC Bureau.
- COMISIÓN EUROPEA (2002). *Controlemos nuestra dependencia*. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea.
- COMISIÓN EUROPEA (2004): *L'agriculture dans l'Union européenne- Informations statistiques et économiques 2004*. Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural. Página web <europa.eu.int/comm/agriculture>
- CONCRETONLINE. Página web <www.concretonline.com>, secciones Cemento y Medio Ambiente.
- CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA (1995): *Plan Energético Regional de Castilla y León 1995-2000 (PERCYL)*. Junta de Castilla y León.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (1999): *Estrategia de Desarrollo Sostenible de Castilla y León: Agenda 21*. Junta de Castilla y León. <www.jcyl.es>

- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2002): *Estrategia de control de la calidad del aire de Castilla y León*. BOCyL nº 166 de 28 de agosto de 2002. Junta de Castilla y León. <www.jcyl.es>
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2003): *Estrategia de educación ambiental de Castilla y León*. BOCyL nº 3 de 7 de enero de 2003. Junta de Castilla y León. <www.jcyl.es>
- CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL DE CASTILLA Y LEÓN (2002): *Desarrollo territorial e infraestructuras de transporte en Castilla y León*. Informe a iniciativa Propia IIP 3/02. Valladolid.
- CONSEJO NACIONAL DEL CLIMA (2003): *Estrategia Española sobre cambio climático para el cumplimiento del Protocolo de Kioto*. Borrador nº 3, diciembre. Comisión Permanente del Consejo Nacional del Clima.
- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (UNFCCC) (1997): *Protocolo de Kyoto*. Página web <unfccc.int>
- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (UNFCCC) (2004): *Convención Marco de Naciones Unidas para Cambio Climático: los diez primeros años*. Traducido por el Ministerio de Medio Ambiente.
- CORRALES, M. (2004): *Kioto: la directiva sobre el comercio de emisiones en España*. Página web <www.upm.es/centros/epes/ciencias_ambientales>
- DECISIÓN 98/181 CE, CECA y Euratom de 23 de septiembre de 1997 relativa a la conclusión, por parte de las Comunidades Europeas, del Tratado sobre la Carta de la Energía y el Protocolo de la Carta de la Energía sobre eficacia energética y los aspectos medioambientales relacionados. DO L 69 de 09/03/1998.
- DECISIÓN 99/170/CE del Consejo de 25 de enero de 1999, por la que se aprueba un programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración sobre “Energía, medioambiente y desarrollo sostenible”. DO L 64 de 12/03/1999.
- DECISIÓN 2000/479/CE de la Comisión, de 17 de julio de 2000, relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER) con arreglo al artículo 15 de la Directiva 96/61/CE. DO L 192 de 28/07/2000.
- DECISIÓN 2002/358/CE del Consejo, de 25 de abril de 2002, relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo. DO L 130 de 15/05/2002.
- DECISIÓN 2002/834/CE del Consejo, de 30 de septiembre de 2002, relativa al programa específico de investigación, desarrollo tecnológico y demostración denominado “Integración y fortalecimiento del espacio europeo de la investigación (2002-2006)”. DO L 294 de 29/10/2002.
- DECISIÓN 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente. DO L 242 de 10/09/2002.

- DECISIÓN 280/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kyoto. DO L 49 de 19/02/2002.
- DECRETO 109/1998, de 11 de junio, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias. BOCyL nº 112 de 16/06/1998.
- DECRETO 115/1999, de tres de junio, por el que se aprueba la Estrategia Forestal de la Comunidad de Castilla y León. BOCyL nº 108 de 08/06/1999.
- DECRETO 55/2002, de 11 de abril, por el que se aprueba el Plan Forestal de Castilla y León. BOCyL nº 73 de 17/04/2002.
- DECRETO 74/2002, de 30 de mayo, por el que se aprueba la Estrategia Regional de Residuos de la Comunidad de Castilla y León 2001-2010. BOCyL nº 107 de 05/06/2002.
- DECRETO 18/2005, de 17 de febrero, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos Urbanos y Residuos de Envases de Castilla y León 2004-2010, (PRRU). Suplemento del BOCyL nº 37 de 23/02/2005.
- DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA Y MINAS (2004): *La energía en España 2003*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO (DGT). Página web <www.dgt.es>
- DGT. *Anuario Estadístico General*. Varios años. Ministerio del Interior.
- DIRECTIVA 88/609/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988 sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión. DO L 336 de 07/12/1988.
- DIRECTIVA 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. DO L 375 de 31/12/1991.
- DIRECTIVA 93/76/CEE del Consejo, de 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de eficacia energética (SAVE). DO L 237 de 22/09/1993.
- DIRECTIVA 94/62/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y sus residuos. DO L 365 de 31/12/1994.
- DIRECTIVA 96/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de septiembre de 1996, relativa a los requisitos de rendimiento energético de los frigoríficos, congeladores y aparatos combinados eléctricos de uso doméstico. DO L 236 de 18/09/1996.
- DIRECTIVA 96/61/CE, del Consejo de 24 de septiembre, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación. DO L 257 de 10/10/1996.
- DIRECTIVA 96/62/CE del Consejo sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (Directiva marco). DO L 296 de 21/11/1996.

- DIRECTIVA 96/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de diciembre de 1996 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad. DO L 27 de 30/01/1997.
- DIRECTIVA 97/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera. DO L 59 de 27/2/1998.
- DIRECTIVA 98/69/CE de 13 de octubre de 1998 que recoge las medidas que deben adoptarse contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor. DO L 350, de 28/12/1998.
- DIRECTIVA 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 1998 relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo y por la que se modifica la Directiva 93/12/CEE del Consejo. DO L 350 de 28/12/1998.
- DIRECTIVA 99/30/CE del Consejo relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxido de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente (Primera Directiva de desarrollo). DO L 163 de 29/6/1999.
- DIRECTIVA 99/94/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de diciembre relativa a la información sobre el consumo de combustible y sobre las emisiones de CO₂ facilitada al consumidor al comercializar turismos nuevos. DO L 12 de 18/1/2000.
- DIRECTIVA 99/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 1999. Se refiere a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores diesel destinados a la propulsión de vehículos pesados. DO L 44 de 16/02/2000.
- DIRECTIVA 2000/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, relativa a los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes. DO L 279 de 01/11/2000.
- DIRECTIVA 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. DO L 327 de 22/12/2000.
- DIRECTIVA 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente (Segunda Directiva de desarrollo) DO L 313 de 13/12/2000.
- DIRECTIVA 2000/71/CE de la Comisión, de 7 de noviembre de 2000 por la que se adaptan al progreso técnico los métodos de medición establecidos en los anexos I, II, III y IV de la Directiva 98/70/CE del Parlamento Europeo y del Consejo según se prevé en el artículo 10 de la misma. DO L 287 de 14/11/2000.
- DIRECTIVA 2000/76/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos. DO L 332 de 28/12/2000.

- DIRECTIVA 2001/27/CE de la Comisión, de 10 de abril de 2001 por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 88/77/CEE del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores de encendido por compresión destinados a la propulsión de vehículos y la emisión de gases contaminantes procedentes de motores de encendido por chispa alimentados con gas natural o gas licuado del petróleo destinados a la propulsión de vehículos. DO L 107 de 18/04/2001. Modifica la Directiva 1999/96/CE.
- DIRECTIVA 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad. DO L 283 de 27/10/2001.
- DIRECTIVA 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión. DO L 309 de 27/11/2001.
- DIRECTIVA 2001/81/CE sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos. DO L 309 de 27/11/2001.
- DIRECTIVA 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al ozono en el aire ambiente (Tercera Directiva de desarrollo). DO L 67 de 9/3/2002.
- DIRECTIVA 2002/80/CE de la Comisión, de 3 de octubre por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 70/220/CEE del Consejo relativa a las medidas que deben adoptarse contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor 2002. DO L 291 de 28/10/2002.
- DIRECTIVA 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de los edificios. DO L 65 de 04/01/2003.
- DIRECTIVA 2003/17/CE el Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de marzo sobre calidad de la gasolina y el gasóleo. DO L 76 de 22/03/2003.
- DIRECTIVA 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003 relativa al uso de biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte. DO L 123/42 de 17/05/2003.
- DIRECTIVA 2003/73/CE, de 24 de julio que modifica el Anexo III de la Directiva 1999/94/CE. DO L 186 de 25/07/2003.
- DIRECTIVA 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el marco comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad. DO L 283 de 31/10/2003.
- DIRECTIVA 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad Europea. DO L 275 de 25/10/2003.

- DIRECTIVA 2004/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero, por la que se modifican las Directivas 70/156/CEE y 80/1268/CEE del Consejo en lo relativo a las mediciones de emisiones de dióxido de carbono y consumo de combustible de los vehículos de la categoría N1. DO L 49 de 19/02/04.
- DIRECTIVA 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, relativa al fomento de la cogeneración. DO L 52 de 21/02/04.
- DIRECTIVA 2004/12/CE, de 11 de febrero de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. DO L 47 de 18/02/04.
- DIRECTIVA 2004/26/CE, que amplía a locomotoras y buques de navegación por aguas interiores el ámbito de aplicación de la Directiva 97/68/CE. DO L 146 de 30/4/2004.
- DIRECTIVA 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto. DO L 338 de 13/11/2003.
- DIRECTIVA 2005/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2005 por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. DO L 70 de 16/03/2005.
- ECHARRI, L. (1998): *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Página web <www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia>
- EMEP/CORINAIR (2004): *Emission Inventory Guidebook- 3rd Technical report nº 30*. European Environment Agency. Copenhagen.
- ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (2004): *International Outlook 2003*. USA.
- EPER-España. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Página web <www.eper-es.com>. Ministerio de Medio Ambiente.
- ENTE REGIONAL DE LA ENERGÍA (EREN) (1995): *Programa de ahorro, sustitución cogeneración y energías renovables (PASCER) para el fomento del ahorro y la eficacia energética*. Consejería de Economía y Empleo.
- EUROSTAT (2005): "Figures on the impact of agriculture on greenhouse gas emissions". En *News Release*, 113/2005.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Página web <www.fao.org>
- FAO (2001a): *Situación de los bosques en el mundo. 2001*. Roma.
- FAO (2001b): *Agricultura y Cambio Climático*.
- FAO (2001c): "La agricultura ¿víctima o villano?". *Noticias FAO*.
- FAO (2002a): *Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra*. Roma.
- FAO (2002b): *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Informe resumido*.

- FAO (2005): FAOSTAT. Página web <www.faostat.fao.org>
- FISHER, M.J. y TRUJILLO, W. (2000): "Fijación de Carbono por Pastos Tropicales en las Sabanas de Suelos Ácidos Neotropicales". En POMAREDA, C. y STEINFELD, H. (eds.) (2000): *Seminario Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales*. FAO. Roma.
- FOMENTO (2005): *España 30.000*, edición 2005. Fomento de la Producción S.L. Madrid.
- FORO DE BOSQUES Y CAMBIO CLIMÁTICO (2004): "Contribución de los bosques al cumplimiento de los compromisos españoles en materia de cambio climático". Comunicación Técnica presentada en el *VII Congreso Nacional de Medio Ambiente*, noviembre de 2004, Madrid.
Página web <www.asemfo.org>
- GOBIERNO ALEMÁN: (Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear) Programa Nacional Alemán: Programa Nacional para la Protección del Clima. Berlín, 15/10/2000.
- GOBIERNO DE AUSTRIA: (Ministerio Federal de Agricultura, Actividad Forestal, Medio Ambiente y Gestión del Agua) Estrategia climática.
- GOBIERNO DE BÉLGICA: Plan Nacional del Clima 2002-2012.
- GOBIERNO DANÉS: Estrategia Climática para Dinamarca. Febrero de 2003.
- GOBIERNO DE ESPAÑA: (Consejo Nacional del Clima) Estrategia frente al Cambio Climático. Borrador nº 3. Diciembre de 2003.
- GOBIERNO DE FINLANDIA: (Informe del Gobierno al Parlamento) Estrategia Nacional Climática de Finlandia, 27/03/2001.
- GOBIERNO DE FRANCIA: (Misión interministerial del efecto invernadero y Ministerio de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente) Programa Nacional de lucha contra el Cambio Climático, 19/01/2000.
- GOBIERNO DE GRECIA: Cambio Climático. Plan de Acción Griego para la Disminución del CO₂ y otros Gases de Efecto Invernadero. 1994.
- GOBIERNO DE HOLANDA: Plan de Implementación de la Política de Cambio Climático de Holanda. Junio 1999.
- GOBIERNO DE IRLANDA: (Ministerio de Medio Ambiente) Estrategia Nacional contra el Cambio Climático. 2001.
- GOBIERNO DE ITALIA: Políticas y Medidas Nacionales de Reducción de las Emisiones de los Gases de Efecto Invernadero. 2002.
- GOBIERNO DE LUXEMBURGO: (Ministerio de Medio Ambiente) Estrategia Nacional de Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Mayo de 2000.
- GOBIERNO DE PORTUGAL: (Comisariado para las Alteraciones Climáticas) Programa Nacional para las Alteraciones Climáticas. 2001.
- GOBIERNO DEL REINO UNIDO: (Departamento de Medio Ambiente y Transportes) Cambio Climático: El Programa del Reino Unido. 2000.

- GOBIERNO DE SUECIA: Estrategia Climática de Suecia. 2001.
- GONZÁLEZ SÁNCHEZ, E.J. y MARTÍNEZ VILELA, A. (2002): "Agricultura de conservación, la agricultura del carbono". *Vida rural*, nº 154 (septiembre).
- GREENPEACE. Página web <www.greenpeace.org>
- GUTIÉRREZ DEL OLMO, E.V. (2004): *Los bosques como sumideros de carbono: una necesidad para cumplir Kioto*.
Página web <www.ingenierosdemontes.org>
- HERAS CELEMÍN, M.R. (2004), "Ahorro y eficiencia energética. Edificios sostenibles". *Física y sociedad Revista del Colegio Oficial de Físicos*. Noviembre nº 15, pp. 22-25.
- HISPALYT (Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida). Página web <www.hispalyt.es>
- HONTY, G. (2000): "Ecología política del cambio climático". *Temas Clave de Claes*, 13. Página web <ambiental.net/biblioteca>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) (2003). Contabilidad Regional de España. INE: *Censo de población y vivienda 2001*. Madrid. Página web <www.ine.es>
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO ENERGÉTICO (IDAE) (1999) *Plan de Fomento de las Energías Renovables en España*. Madrid. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.
- (IDAE) (2004): Eficiencia energética y energía renovables. *Boletín IDAE 1-6*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.
- (IDAE) (2005): *Plan de Energías Renovables*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (1996): *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual*.
- IPCC (2001a): *Tercer Informe de Evaluación del IPCC*. Ministerio de Medio Ambiente. Página web <www.ipcc.ch>
- IPCC (2001b): *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios de gases de efecto invernadero*.
- IRANZO MARTÍN, J.E. (1984) "El sector energético español, realidades y posibilidades". *Papeles de Economía Española*, nº 21, pp.271-287.
- IRANZO MARTÍN, J.E. (1992) "El sector energético español". *Papeles de Economía Española*, nº 50, pp.73-180.
- JANDL, R. (2001): "Medición de tendencias en el tiempo del almacenamiento de carbono en el suelo" Simposio Internacional de Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Octubre de 2001, Valdivia, Chile. Recogido en página web <www.uach.cl/simposiocarbono>
- JANDL, R. (2002): "Secuestro de carbono en bosques. El papel del suelo", en *Revista Forestal Iberoamericana*. Vol. 1, nº 1, pp. 57-62.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Servicio de Información Estadística. Dirección General de Estadística. Página web <www.jcyl.es/sie>

- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (1995): *Plan Energético Regional de Castilla y León*. Consejería de Economía y Hacienda. Valladolid.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2000): *Programa de Ahorro, Sustitución, Cogeneración y Energías Renovables*. Consejería de Economía y Hacienda. Valladolid.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2005a): *Castilla y León crece con el bosque*. Consejería de Medio Ambiente. Valladolid.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2005b). *Cuentas del Sector Industrial Castilla y León 2003*. Dirección General de Estadística.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2005c): *Cuadernos de Zona del Programa Regional de Forestación de Tierras Agrarias*. Consejería de Medio Ambiente. Página web <www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cmaot/tkContent?idContent=50620&locale=es_ES&textOnly=false>
- KANNINEN, M. (1999): "Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global". En SÁNCHEZ y ROSALES (Eds.) (2003): *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina - II - Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica (Agosto de 2000-Marzo de 2001)*. Cap. 8. FAO, Roma.
- LEY 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Medio Ambiente Atmosférico BOE nº 309 de 22/12/1972.
- LEY 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales. BOE nº 313 de 30/12/1988. Derogada a excepción de las disposiciones adicionales primera, octava y decimonovena por el REAL DECRETO LEGISLATIVO 2/2004 de 5 de marzo. BOE nº 59 de 09/03/2004.
- LEY 43/1995 del Impuesto sobre Sociedades (art. 39). BOE nº 310 de 28/12/1995.
- LEY 7/1996, de 3 de diciembre, de la Presidencia, de creación del Ente Público Regional de la Energía de Castilla y León. BOCyL nº 22 de 25/01/1997.
- LEY 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. BOE nº 99 de 25/04/1997.
- LEY 39/1997, de 8 de octubre, de 9 de abril, por la que se aprueba el programa PREVER para la modernización del parque de vehículos automóviles, el incremento de la seguridad vial y la defensa y protección del medio ambiente. BOE nº 243 de 10/10/97.
- LEY 54/1997, de 27 noviembre, del sector eléctrico. BOE nº 0285 de 28/11/1997.
- LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. BOE nº 96 de 26/04/98.
- LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la edificación. BOE nº 266 de 06/11/1999.
- LEY 6/2001, de 8 de mayo sobre evaluación del impacto ambiental. BOE nº 111 de 09/05/2001.
- LEY 16/2002 de 1 de julio, Prevención y Control Integrados de la Contaminación. BOE nº 157 de 02/07/2002.
- LEY 51/2002, de 27 de diciembre, de reforma de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales. BOE nº 311 de 28/12/2002.

- LEY 53/2002 de 30 de diciembre de 2002 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social. BOE nº 313 de 31/12/2002.
- LEY 43/2003 de 21 de noviembre de montes. BOE nº 280 de 22/11/2003.
- LEY 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (Disposiciones Adicionales 35 y 36). BOE nº 313 de 31/12/2003.
- LEY 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. BOE nº 59 de 10/03/2005.
- MACÍAS, F., BUENO, G. y MONTERROSO, C. (2001): *Fijación de carbono en biomasa y suelos de mina revegetados con cultivos energéticos*.
Página web <www.juntadeandalucia.es/medioambiente>
- MARÍN, J.M. (1987) "El balance de la energía. Situación actual. Los Planes energéticos". *Situación*, nº 2. BBVA, pp. 5-8.
- MARTÍNEZ DE SAAVEDRA, J. y SÁNCHEZ, G. (2002): *El proceso de cuantificación nacional de los sumideros de carbono en los sistemas forestales españoles*.
Página web <www.juntadeandalucia.es/medioambiente>.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA) (2001): *Anuario de Estadística Agroalimentaria 2000*. Subdirección General de Estadísticas Agroalimentarias. Madrid.
- MAPA (2004a): *Anuario de Estadística Agroalimentaria*. Madrid.
- MAPA (2004b). *Hechos y cifras de la agricultura, la pesca y la alimentación en España 2004*. Página web <www.mapa.es> 1/11/2005.
- MAPA (2005): *Encuesta sobre Superficies y rendimientos de cultivos*.
Página web <www.mapya.es/es/estadistica>
- MINISTERIO DE ECONOMÍA (2002): *Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011*. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa. Dirección General de Política Energética y Minas.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA (2003): *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012*. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa. Dirección General de Política Energética y Minas.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y HACIENDA. Página web <www.meh.es> Base de datos de indicadores de coyuntura económica.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2001): *Plan estratégico para el sector del transporte de mercancías por carretera*. Dirección General de Transportes por Carretera.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2005a): *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT)*. Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación. Dirección General de Planificación y Coordinación Territorial.
- MINISTERIO DE FOMENTO (2005b): *Construcción de edificios 1999-2004 licencias municipales de obra. Serie Estadísticas*. Página web <www.mfom.es>

- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2005a): *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012. Plan de Acción 2005-2007*. Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2005b): *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*. Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MMA) (1997): *Estrategia Forestal Española*. Secretaría General de Medio Ambiente. Página web <www.mma.es/conserv_nat/planes/estrateg_forestal/pdfs/efe_1.pdf>
- MMA (2000): *Plan Nacional de Residuos Sólidos Urbanos 2000-2006*. Secretaría General de Medio Ambiente. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.
- MMA (2001): *Principales conclusiones del Tercer Informe de Evaluación del IPCC. Cambio climático: Ciencia, Impactos, Adaptación y Mitigación*. Oficina Española de Cambio Climático.
- MMA (2002a): *Tercera comunicación nacional de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid.
- MMA (2002b): "Estrategia frente al cambio climático" Publicado como Apartado 2 en las *Actuaciones Públicas en Materia de Medio Ambiente*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid.
- MMA (2002c): *Plan Forestal Español*. Secretaría General de Medio Ambiente. Página web <www.mma.es/conserv_nat/planes/estrateg_forestal/estrateg_forest.htm#pfe>
- MMA (2003a): *Guía de mejores técnicas disponibles en España de fabricación de cemento*. Secretaría General de Medio Ambiente.
- MMA (2003b): *Programa nacional de reducción progresiva de emisiones nacionales de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH₃)*. Secretaría General de Medio Ambiente.
- MMA (2004a): *Documento de referencia de Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Fabricación de Vidrio*. Documento BREF. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.
- MMA (2004b): *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España. Años 1990-2002. Comunicación a la Secretaría del Convenio Marco sobre Cambio Climático*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid.
- MMA (2005a): *Greenhouse gas emissions inventories report from Spain 1990-2003. Submission to the Secretariat for the Framework Convention on Climate Change*. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Madrid.

- MMA (2005b): *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático*. Proyecto ECCE. (Director/Coordinador: J.M. Moreno).
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y ASPAPEL (2005): *Acuerdo Voluntario sobre Vertidos de Aguas Residuales de la Industria de Fabricación de Pasta, Papel y Cartón*. Página web <www.aspapel.es>
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y OFICEMEN (2001): *Acuerdo Voluntario para la prevención. El control de la contaminación de la industria española del cemento*. Página web <www.oficemen.es>
- MONTENEGRO, J. y ABARCA, S. (2000): "Fijación de Carbono, Emisión de Metano y de Óxido Nitroso en Sistemas de Producción Bovina en Costa Rica". En POMAREDA, C. y STEINFELD, H. (eds.) (2000): *Seminario Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales*. FAO. Roma.
- NACIONES UNIDAS (1992): *Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático*. Nueva York.
- NIETO, J. y SANTAMARTA, J. (2004): *Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España (1990-2003)*. Comisiones Obreras.
- NIETO, J. y SANTAMARTA, J. (2005): *Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España (1990-2004)*. Comisiones Obreras.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (2004): *Agricultura, comercio y medio ambiente. Sector lechero*. OCDE Multilingual Summaries. <www.oecd.org>
- OFICEMEN (Agrupación de Fabricantes de Cemento de España).
Página web <www.oficemen.com>
- OFICEMEN. *Memoria Anual 2003*. Página web <www.oficemen.com>
- OFICEMEN. *Memoria Anual 2004*. Página web <www.oficemen.com>
- ORDEN EYE/1893/2004, de 15 de diciembre, por la que se convocan las subvenciones públicas para la adquisición de automóviles, furgonetas y motocicletas de propulsión eléctrica o híbrida. BOCyL nº 246 de 23/12/2004.
- ORDEN EYE/145/2005, de 10 de febrero, por la que se convocan subvenciones para el año 2005, cofinanciadas con fondos FEDER, para proyectos de energía solar térmica, fotovoltaica y eólica-fotovoltaica no conectada a red, dentro del Plan Solar de Castilla y León: líneas i y ii. BOCyL nº 31 de 15/02/2005.
- ORDEN EYE/146/2005, de 10 de febrero, por la que se convocan subvenciones públicas, cofinanciadas por fondos FEDER, destinadas a actividades de ahorro, eficiencia energética, cogeneración y energías renovables y se establecen sus bases reguladoras. BOCyL nº 31 de 15/02/2005.
- ORDEN MINISTERIAL de 5 de septiembre de 1985 por la que se regula la normativa administrativa y técnica de funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas. BOE nº 219 de 12/09/1985.

- ORDEN PRE/472/2004, de 24 de febrero, por la que se crea la Comisión Interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa.
BOE nº 50 de 27/02/2004.
- PEW CENTER ON GLOBAL CLIMATE CHANGE (2002): *Global climate change mitigation in developing countries. Brazil, China, India, Mexico, South Africa, and Turkey*. Página web <www.pewclimate.org>
- PLAN NACIONAL DE ASIGNACIÓN (PNA) (2004): Véase en Real Decreto 60/2005 y Real Decreto 1.866/2004.
- PROGRAMA EUROPEO CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO (PECC).
Página web <europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm>
- PECC (2001): *Long report*. Junio. Página web <europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm>
- PECC (2003): *Second ECCP Progress Report. Can we meet our Kyoto targets?*. Abril. Página web <europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm>
- REAL DECRETO 833/75, de 6 de febrero, que desarrolla la ley 38/1972 de Protección del Medio Ambiente Atmosférico. BOE nº 96 de 22 de abril de 1975.
- REAL DECRETO 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación "NBE-CT/79. Condiciones térmicas en los edificios".
BOE nº de 22/10/1979.
- REAL DECRETO 1613/1985 de 1 de agosto que modifica el Real Decreto 833/75.
BOE nº 219 de 12/09/1985.
- REAL DECRETO 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
BOE nº 288 de 01/12/1986.
- REAL DECRETO 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
BOE nº 61, de 11/03/1996.
- REAL DECRETO-LEY 6/1997, de 9 de abril de 1997, por el que se aprueba el Programa PREVER para la modernización del parque de vehículos automóviles, el incremento de la seguridad vial y la defensa y protección del medio ambiente. BOE nº 87 de 11/04/1997.
- REAL DECRETO 782/1998, de 30 de abril, de desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997. BOE nº 104 de 01/05/1998.
- REAL DECRETO 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. BOE nº 186 de 05/08/1998.
- REAL DECRETO 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. BOE nº 312 de 23/12/1998.

- REAL DECRETO 1/2001 de 20 de julio por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. BOE nº 176 de 24/07/2001.
- REAL DECRETO 6/2001 sobre fomento de la forestación en tierras agrícolas. BOE nº 12 de 13/01/2001.
- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. BOE nº 25 de 29/01/1998.
- REAL DECRETO 837/2002, de 2 de agosto, por el que se regula la información relativa al consumo de combustible y a las emisiones de CO₂ de los turismos nuevos que se pongan a la venta o se ofrezcan en arrendamiento financiero en territorio español. BOE nº 1985 de 03/08/2002.
- REAL DECRETO 1218/2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. BOE nº 289 de 03/12/2002.
- REAL DECRETO-LEY 2/2003 de 25 de abril, de Medidas de Reforma Económica (art. 13). BOE nº 100 de 26/04/2003.
- REAL DECRETO 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986. BOE de 01/07/2003.
- REAL DECRETO 653/2003, de 30 de mayo sobre incineración de residuos. BOE nº 142 de 14/06/2003.
- REAL DECRETO 1700/2003 de 15 de diciembre que transpone la Directiva 2003/30 relativa al uso de biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte. BOE nº 307 de 24/12/05.
- REAL DECRETO 1739/2003 de 19 de diciembre de establecimiento de exenciones fiscales para plantas piloto. BOE nº 11 de 19/12/05.
- REAL DECRETO 1700/2003 de 15 de diciembre por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocarburantes. BOE nº 307 de 24/12/2004.
- REAL DECRETO-LEY 5/2004 de 27 de agosto por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. BOE nº 208 de 25/08/2004.
- REAL DECRETO 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. BOE nº 75 de 27/03/2004.
- REAL DECRETO 1866/2004 de 6 de septiembre por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión 2005-2007. BOE nº 216 de 07/09/2004.
- REAL DECRETO 2351/2004 de 23 de diciembre por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico. BOE nº 309 de 24/12/2004.

- REAL DECRETO-LEY 5/2005, de 11 de marzo, de reformas urgentes para el impulso a la productividad y para la mejora de la contratación pública. BOE nº 62 de 14/03/2005.
- REAL DECRETO 60/2005, de 21 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1.866/2004, de 6 de septiembre por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión 2005-2007. BOE nº 19 de 22/01/2005.
- REAL DECRETO 1264/2005, de 21 de octubre, que se regula la organización y funcionamiento del Registro Nacional de Derechos de Emisión. BOE nº 253 de 22/10/2005.
- REAL DECRETO 1315/2005, de 4 de noviembre, por el que se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero en las instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. BOE nº 268 de 9/11/05.
- RECOMENDACIÓN de la Comisión 1999/125/CE, de 5 de febrero sobre reducción de las emisiones de CO₂ producidas por los automóviles. (Asociación de Fabricantes Europeos de Automóviles). DO L 40 de 13/02/1999.
- RECOMENDACIÓN de la Comisión 2000/303/CE, de 13 de abril, sobre la reducción de las emisiones de CO₂ de los automóviles (Asociación de Fabricantes Coreanos de Automóviles). DO L 100 de 20/04/2000.
- RECOMENDACIÓN de la Comisión 2000/304/CE, de 13 de abril, sobre la reducción de las emisiones de CO₂ de los automóviles (Asociación de Fabricantes Japoneses de Automóviles). DO L 100 de 20/04/2000.
- RED DE CIUDADES POR EL CLIMA (2005). Página web <www.femp.es/var/ciudades-porelclima.htm>. Federación Española de Municipios y Provincias.
- REGLAMENTO (CE) 1382/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2003, relativo a la concesión de ayuda financiera comunitaria para mejorar el impacto medioambiental del sistema de transporte de mercancías (programa Marco Polo). DO L 196 de 02/08/2003.
- REGLAMENTO (CE) 1782/2003 del Consejo de 29 de septiembre de 2003 de reforma de la PAC, por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores. DO L 270 de 21/10/2003.
- REGLAMENTO (CE) 2237/2003 de la Comisión de 23 de diciembre de 2003 sobre fomento del desarrollo de cultivos energéticos. DO L 339 de 24/12/2003.
- REGLAMENTO (CE) 1973/2004 de la Comisión de 29 de octubre de 2004, sobre fomento del desarrollo de cultivos energéticos. DO L 345 de 20/11/2004.
- RESOLUCIÓN de 11 de septiembre de 2003 de la Secretaría General de Medio Ambiente por la que se dispone la publicación del Acuerdo de 25 de julio

de 2003 del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Programa Nacional de Reducción progresiva de Emisiones Nacionales de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH₃). BOE nº 228 de 23/9/2003.

RESOLUCIÓN de 7 de septiembre de 2004 del Secretario General de Prevención de la Contaminación del Cambio Climático por la que se da publicidad al listado provisional de instalaciones incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto Ley 5/2004 de 27 de agosto. BOE nº 219 de 10/09/2004.

ROJAS BRIALES, E. (2001): *Propuesta de instrumentos económicos para promover la fijación de CO₂ por los bosques*. Recogido en página web <www.juntadeandalucia.es/medioambiente>

ROSAS, C.A. (2002): "Sumideros de carbono: ¿solución a la mitigación de los efectos del cambio climático?" *Ecosistemas* 2002/3. Página web <www.aeet.org/ecosistemas>

RUSO, R. (2002): *Los sumideros de carbono y los biocombustibles: Su papel en el cambio climático global*. Página web <www.monografias.com>

SABI: Base de datos elaborada y distribuida por las empresas Bureau Van Dijk e Informa.

SANTAMARTA, J. (2005): "Las emisiones de gases de invernadero por Comunidades Autónomas en España" en *World Watch*, edición España, nº 23.

SEC (2005) 43: *Fiscal Incentives for Motor Vehicles in advance of Euro 5*. Documento de Trabajo de la Comisión. Comisión de las Comunidades Europeas.

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE Y VIVIENDA (SEMAV), ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE PASTAS Y PAPEL (ASPAPPEL) y ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE RECUPERADORES DE PAPEL Y CARTÓN (REPACAR) (1994): *Acuerdo Marco para el Fomento de la Recuperación y Reciclaje de los Residuos de Papel y Cartón en España*.

WWF, GREENPEACE, ECOLOGISTAS EN ACCIÓN Y AMIGOS DE LA TIERRA (2002): *Combatir las causas del cambio climático. Críticas ecologistas a la estrategia española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto*.

XUNTA DE GALICIA (2004): *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de Galicia*". Consellería de Medio Ambiente. Santiago de Compostela.



Anexos

ANEXOS CAPÍTULO 2

1. Clasificación IPCC

1. ENERGÍA

1.A Actividades de Combustión

1.A.1 Industrias energéticas

1.A.1.a Producción de electricidad y calor

1.A.1.b Refino de petróleo

1.A.1.c Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias

1.A.2 Industrias manufactureras y de construcción

1.A.2.a Hierro y acero

1.A.2.b Metales no de hierro

1.A.2.c Productos químicos

1.A.2.d Pasta y papel

1.A.2.e Industrias alimenticias y tabaco

1.A.2.f Otras

1.A.3 Transporte

1.A.3.a Aviación civil

1.A.3.b Transporte por carretera

1.A.3.c Ferrocarril

1.A.3.d Navegación

1.A.3.e Otros

1.A.4 Otros sectores

1.A.4.a Comercial/Institucional

1.A.4.b Residencial

1.A.4.c Agricultura, silvicultura y pesca

1.A.5 Otros

- 1.B Emisiones fugitivas de combustibles
 - 1.B.1 Combustibles Sólidos
 - 1.B.1.a Minería de carbón
 - 1.B.1.b Transformación de combustibles sólidos
 - 1.B.1.c Otros
 - 1.B.2 Petróleo y gas natural
 - 1.B.2.a Petróleo
 - 1.B.2.b Gas natural
 - 1.B.2.c Antorchas
-

2. PROCESOS INDUSTRIALES

- 2.A Productos minerales
 - 2.A.1 Producción de cemento
 - 2.A.2 Producción de cal
 - 2.A.3 Uso de piedra calcárea y dolomita
 - 2.A.4 Uso y producción de CaCO_3
 - 2.A.5 Impermeabilización de tejados con materiales asfálticos
 - 2.A.6 Pavimentación con asfalto
 - 2.A.7 Otros
- 2.B Industria Química
 - 2.B.1 Producción de amoníaco
 - 2.B.2 Producción de ácido nítrico
 - 2.B.3 Producción de ácido adípico
 - 2.B.4 Producción de carburos
 - 2.B.5 Otros
- 2.C Producción metalúrgica
 - 2.C.1 Producción de hierro y acero
 - 2.C.2 Producción de ferroaleaciones
 - 2.C.3 Producción de aluminio
 - 2.C.4 SF_6 usado en fundiciones de aluminio y magnesio
 - 2.C.5 Otros
- 2.D Otras producciones
 - 2.D.1 Pasta y papel
 - 2.D.2 Alimentos y bebidas
- 2.E Producción de Halocarburos y Hexafluoruro de Azufre
 - 2.E.1 Emisiones de productos secundarios
 - 2.E.2 Emisiones fugitivas
 - 2.E.3 Otras

- 2.F Consumo de Halocarburos y Hexafluoruro de Azufre
 - 2.F.1 Refrigeración y equipos de aire acondicionado
 - 2.F.2 Espumas
 - 2.F.3 Extintores
 - 2.F.4 Aerosoles
 - 2.F.5 Disolventes
 - 2.F.6 Otros
- 2.G Otros

3. USO DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS

- 3.A Aplicación de pintura
- 3.B Desengrasado y limpieza en seco
- 3.C Productos químicos, manufactura y procesamiento
- 3.D Otros

4. SECTOR AGRARIO

- 4.A Fermentación entérica
 - 4.A.1 Vacuno
 - 4.A.1.a Vacuno lechero
 - 4.A.1.b Vacuno no lechero
 - 4.A.2 Búfalos
 - 4.A.3 Ovino
 - 4.A.4 Caprino
 - 4.A.5 Camello y llamas
 - 4.A.6 Caballos
 - 4.A.7 Mulas y asnos
 - 4.A.8 Cerdos
 - 4.A.9 Aves de corral
 - 4.A.10 Otros
- 4.B Gestión del estiércol
 - 4.B.1 Ganado
 - 4.B.1.a Ganado lechero
 - 4.B.1.b Ganado no lechero
 - 4.B.2 Búfalos

- 4.B.3 Ovino
- 4.B.4 Caprino
- 4.B.5 Camello y llamas
- 4.B.6 Caballos
- 4.B.7 Mulas y asnos
- 4.B.8 Cerdos
- 4.B.9 Aves de corral
- 4.B.10 Lagunas anaeróbicas
- 4.B.11 Sistemas líquidos
- 4.B.12 Almacenamiento sólido y parcelas secas
- 4.B.13 Otros
- 4.C Cultivo de arroz
 - 4.C.1 Regadío
 - 4.C.2 Secano
 - 4.C.3 Aguas profundas
 - 4.C.4 Otros
- 4.D Suelos agrícolas
- 4.E Quemadas en sabanas
- 4.F Quema de rastrojos en campo abierto
 - 4.F.1 Cereales
 - 4.F.2 Legumbres
 - 4.F.3 Tubérculos y raíces
 - 4.F.4 Caña de azúcar
 - 4.F.5 Otros
- 4.G Otros

5. CAMBIO DE USO DEL SUELO Y SILVICULTURA

- 5.A Cambios en los stocks de bosques y otra biomasa leñosa
- 5.B Reconversión de bosques y pastizales
- 5.C Abandono de tierras cultivadas
- 5.D Emisión/captaciones de CO₂ en suelos
- 5.E Otros

6. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

6.A Depósitos en vertederos

6.A.1 Deposición controlada

6.A.2 Deposición incontrolada

6.A.3 Otros

6.B Tratamiento de aguas

6.B.1 Aguas residuales industriales

6.B.2 Aguas residuales urbanas

6.B.3 Otros

6.C Incineración de residuos

6.D Otros residuos

7. OTROS

2. Distribución de las emisiones de cada gas por grupos IPCC

	CO ₂ Toneladas de CO ₂							Total
	Energía	Procesos industriales	Uso de disolvente	Sector agrario	Cambio uso del suelo y silvicultura	Tratamiento y eliminación de residuos	Otros	
1990	24.902.938,958	1.017.391,268	64.422,767	0,000	0,000	20.852,201	0,000	26.005.605,193
1991	25.820.615,691	1.014.869,683	65.146,746	0,000	0,000	20.867,321	0,000	26.921.499,441
1992	26.120.628,408	958.429,434	65.145,861	0,000	0,000	49.657,300	0,000	27.193.861,003
1993	25.542.636,267	850.657,169	59.549,858	0,000	0,000	45.762,838	0,000	26.498.606,132
1994	26.735.208,582	876.015,732	62.047,470	0,000	0,000	42.299,323	0,000	27.715.571,107
1995	27.404.601,041	969.535,491	64.599,949	0,000	0,000	14.746,918	0,000	28.453.483,399
1996	25.341.072,195	992.365,675	68.881,946	0,000	0,000	13.880,946	0,000	26.416.200,762
1997	32.630.857,721	984.819,389	73.141,686	0,000	0,000	6.774,710	0,000	33.695.593,506
1998	27.668.126,763	1.035.540,464	81.552,140	0,000	0,000	6.782,548	0,000	28.792.001,915
1999	30.015.887,688	1.032.885,865	85.602,083	0,000	0,000	5.875,770	0,000	31.140.251,406
2000	30.567.614,476	1.203.805,458	87.016,748	0,000	0,000	4.809,857	0,000	31.863.246,539
2001	30.727.932,394	1.251.943,788	84.941,310	0,000	0,000	4.689,953	0,000	32.069.507,444
2002	33.374.415,886	1.281.689,276	85.590,468	0,000	0,000	2.801,102	0,000	34.744.496,732
2003	32.072.544,280	1.320.101,359	86.571,315	0,000	0,000	797,937	0,000	33.480.014,891

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MIMA

CH ₄ Toneladas de CO ₂ equivalente								
Energía	Procesos industriales	Uso de disolvente	Sector agrario	Cambio uso del suelo y silvicultura	Tratamiento y eliminación de residuos	Otros	Total	
1990	610.557,594	2.255,841	0,000	3.968.151,710	112.240,467	308.647,342	0,000	5.001.852,954
1991	555.619,732	1.694,142	0,000	3.933.313,840	67.759,420	328.686,467	0,000	4.887.073,600
1992	572.351,845	1.566,877	0,000	3.827.263,279	37.846,646	355.749,092	0,000	4.794.777,739
1993	570.629,982	1.762,863	0,000	3.982.937,795	24.598,980	381.611,910	0,000	4.961.541,530
1994	602.612,639	2.161,617	0,000	3.836.677,303	77.763,353	412.771,365	0,000	4.931.986,277
1995	656.319,696	2.222,172	0,000	3.805.770,852	95.274,226	456.501,949	0,000	5.016.088,894
1996	648.397,793	2.010,106	0,000	3.992.522,036	58.337,065	499.380,109	0,000	5.200.647,109
1997	651.097,179	1.976,939	0,000	4.056.610,258	130.650,449	545.013,125	0,000	5.385.347,950
1998	703.134,026	1.789,245	0,000	4.174.066,540	73.979,755	581.844,267	0,000	5.534.813,833
1999	672.015,238	1.851,307	0,000	4.064.795,369	80.078,985	606.519,370	0,000	5.425.260,268
2000	662.514,830	1.788,567	0,000	4.185.138,024	182.983,221	638.617,349	0,000	5.671.041,990
2001	584.282,339	1.974,929	0,000	4.533.898,079	77.334,893	680.943,430	0,000	5.878.433,670
2002	578.315,357	1.872,413	0,000	4.571.529,927	47.790,170	652.768,987	0,000	5.852.276,854
2003	569.912,935	1.724,419	0,000	4.738.729,229	70.928,889	665.816,293	0,000	6.047.111,767

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

N ₂ O toneladas de CO ₂ Equivalente								
Energía	Procesos industriales	Uso de disolvente	Sector agrario	Cambio uso del suelo y silvicultura	Tratamiento y eliminación de residuos	Otros	Total	
1990	168.887,759	256.060,683	23.870,064	3.814.572,417	42.054,588	73.759,805	0,000	4.379.205,315
1991	175.761,906	268.961,367	24.180,065	3.799.147,591	24.553,359	74.239,900	0,000	4.366.844,189
1992	177.150,833	161.483,151	25.730,069	3.556.146,117	12.785,093	76.741,300	0,000	4.010.036,563
1993	180.275,181	0,000	26.350,070	3.340.970,910	7.574,076	76.683,463	0,000	3.631.853,699
1994	199.137,725	0,000	26.970,072	3.559.759,619	28.513,676	76.928,981	0,000	3.891.310,073
1995	209.699,051	0,000	27.280,073	3.443.707,059	35.405,736	74.672,793	0,000	3.790.764,711
1996	211.170,904	0,000	27.590,074	4.022.400,912	20.874,978	74.178,757	0,000	4.356.215,625
1997	237.339,520	0,000	29.450,079	3.633.389,633	49.350,317	73.559,111	0,000	4.023.088,659
1998	243.144,971	0,000	29.450,079	4.202.407,299	27.049,840	73.860,692	0,000	4.575.912,881
1999	256.429,628	0,000	28.210,075	4.150.973,010	29.459,457	73.337,729	0,000	4.538.409,900
2000	264.164,919	0,000	27.280,073	4.352.749,092	69.980,628	73.790,280	0,000	4.787.964,993
2001	283.204,477	0,000	24.490,065	3.933.134,432	28.389,885	74.275,203	0,000	4.343.494,063
2002	307.489,998	0,000	26.660,071	3.801.811,947	16.762,330	73.994,208	0,000	4.226.718,554
2003	310.184,034	0,000	21.390,057	4.193.169,840	25.877,740	73.703,654	0,000	4.624.325,325

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

SF ₆ Toneladas de CO ₂ equivalente							
Energía	Procesos industriales	Uso de disolvente	Sector agrario	Cambio de uso del suelo y silvicultura	Tratamiento y eliminación de residuos	Otros	Total
1990	0,000	3.737,722	0,000	0,000	0,000	0,000	3.737,722
1991	0,000	4.040,238	0,000	0,000	0,000	0,000	4.040,238
1992	0,000	4.230,446	0,000	0,000	0,000	0,000	4.230,446
1993	0,000	4.432,601	0,000	0,000	0,000	0,000	4.432,601
1994	0,000	4.789,599	0,000	0,000	0,000	0,000	4.789,599
1995	0,000	5.857,724	0,000	0,000	0,000	0,000	5.857,724
1996	0,000	6.271,593	0,000	0,000	0,000	0,000	6.271,593
1997	0,000	7.203,515	0,000	0,000	0,000	0,000	7.203,515
1998	0,000	8.358,142	0,000	0,000	0,000	0,000	8.358,142
1999	0,000	10.540,750	0,000	0,000	0,000	0,000	10.540,750
2000	0,000	11.853,564	0,000	0,000	0,000	0,000	11.853,564
2001	0,000	11.703,979	0,000	0,000	0,000	0,000	11.703,979
2002	0,000	13.416,325	0,000	0,000	0,000	0,000	13.416,325
2003	0,000	15.560,223	0,000	0,000	0,000	0,000	15.560,223

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MIMA.

	HFC Toneladas de CO ₂ equivalente							Total
	Energía	Procesos industriales	Uso de disolvente	Sector agrario	Cambio uso del suelo y silvicultura	Tratamiento y eliminación de residuos	Otros	
1990	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	45,228	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	45,228
1994	0,000	133,230	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	133,230
1995	0,000	1.219,056	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.219,056
1996	0,000	32.220,660	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	32.220,660
1997	0,000	76.130,513	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	76.130,513
1998	0,000	179.493,619	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	179.493,619
1999	0,000	308.902,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	308.902,167
2000	0,000	408.655,788	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	408.655,788
2001	0,000	490.967,829	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	490.967,829
2002	0,000	551.835,776	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	551.835,776
2003	0,000	629.672,336	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	629.672,336

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA.

Año	PFC Toneladas de CO ₂ equivalente							Total
	Energía	Procesos industriales	Uso de disolvente	Sector agrario	Cambio de uso del suelo y silvicultura	Tratamiento y eliminación de residuos	Otros	
1990	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1991	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1992	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1993	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1995	0,000	23,405	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	23,405
1996	0,000	326,204	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	326,204
1997	0,000	751,879	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	751,879
1998	0,000	1.298,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.298,600
1999	0,000	1.943,695	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.943,695
2000	0,000	2.679,848	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2.679,848
2001	0,000	3.407,591	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3.407,591
2002	0,000	4.133,505	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4.133,505
2003	0,000	4.851,739	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4.851,739

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MIMA

3. Distribución de las Emisiones de los Grupos 2, 3, 5 y 6

	Toneladas de CO ₂ equivalentes											
	Grupo 2 Procesos industriales						Grupo 3 y 6					
	Productos minerales			Industria Química			Metalurgia			Otras product.		
	Total	Cemento	Cal	Otros	Total	Total	Total	HF6	Producc. HF6	Consumo HF6	Otros	Total
1990	926.090,86	771.903,54	4.895,72	149.291,60	256.060,68	93.556,25	0,00	0,00	3.737,72	0,00	1.279.445,51	
1991	936.049,98	788.277,96	4.995,73	142.776,28	268.961,37	80.513,85	0,00	0,00	4.040,24	0,00	1.289.565,43	
1992	901.261,32	762.887,16	5.411,13	132.963,03	161.483,15	58.734,99	0,00	0,00	4.230,45	0,00	1.125.709,91	
1993	776.574,52	641.577,24	5.526,48	129.470,80	0,00	75.845,51	0,00	0,00	4.477,83	0,00	856.897,86	
1994	840.064,99	696.069,72	5.916,33	138.078,94	0,00	38.112,36	0,00	0,00	4.922,83	0,00	883.100,18	
1995	930.248,36	754.242,30	5.849,89	170.156,16	0,00	41.509,31	0,00	0,00	7.100,19	0,00	978.857,85	
1996	956.095,94	796.549,68	5.630,15	153.916,11	0,00	38.279,84	0,00	0,00	38.818,46	0,00	1.033.194,24	
1997	948.188,33	776.546,46	5.894,42	165.747,44	0,00	38.608,00	0,00	0,00	84.085,91	0,00	1.070.882,23	
1998	998.899,92	823.884,48	6.015,61	168.999,83	0,00	38.429,79	0,00	0,00	189.150,36	0,00	1.226.480,07	
1999	993.006,28	816.112,80	6.614,25	170.279,23	0,00	41.730,89	0,00	0,00	321.386,61	0,00	1.356.123,78	
2000	1.158.682,23	978.066,90	6.614,25	174.001,08	0,00	46.911,79	0,00	0,00	423.189,20	0,00	1.628.783,23	
2001	1.203.087,53	990.188,82	6.979,28	205.919,43	0,00	50.831,18	0,00	0,00	506.079,40	0,00	1.759.998,12	
2002	1.235.622,92	1.014.979,68	6.979,28	213.663,96	0,00	47.938,77	0,00	0,00	569.385,61	0,00	1.852.947,30	
2003	1.282.078,75	1.066.049,64	7.344,30	208.684,81	0,00	39.747,02	0,00	0,00	650.084,30	0,00	1.971.910,08	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA

Toneladas de CO₂ equivalentes

	Grupo 3 uso de disolventes y otros productos				Total
	Aplicación de pintura	Limpieza en seco	químicos Productos	Otros	
	Total	Total	Total	Total	
1990	29.911,39	7.049,43	0,00	51.332,01	88.292,83
1991	29.247,07	7.007,76	0,00	53.071,98	89.326,81
1992	29.936,14	6.607,34	0,00	54.332,45	90.875,93
1993	26.506,00	5.913,02	0,00	53.480,91	85.899,93
1994	29.389,36	5.623,24	0,00	54.004,94	89.017,54
1995	31.386,64	5.425,12	0,00	55.068,26	91.880,02
1996	36.241,28	4.822,86	0,00	55.407,88	96.472,02
1997	39.772,25	4.944,86	0,00	57.874,66	102.591,77
1998	43.322,82	5.547,80	0,00	62.131,60	111.002,22
1999	44.960,32	5.666,57	0,00	63.185,27	113.812,16
2000	45.032,49	5.821,05	0,00	63.443,29	114.296,82
2001	44.845,45	5.852,61	0,00	58.733,32	109.431,38
2002	46.595,94	5.688,85	0,00	59.965,76	112.250,54
2003	46.969,43	5.110,61	0,00	55.881,34	107.961,37

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MMA

Toneladas de CO₂ equivalentes

	Grupo 5 cambio de uso del suelo y silvicultura					Total
	1	2	3	4	5	
	Total	Total	Total	Total	Total	
1990	0,00	0,00	0,00	0,00	154.295,06	154.295,06
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	92.312,78	92.312,78
1992	0,00	0,00	0,00	0,00	50.631,74	50.631,74
1993	0,00	0,00	0,00	0,00	32.173,06	32.173,06
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	106.277,03	106.277,03
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	130.679,96	130.679,96
1996	0,00	0,00	0,00	0,00	79.212,04	79.212,04
1997	0,00	0,00	0,00	0,00	180.000,77	180.000,77
1998	0,00	0,00	0,00	0,00	101.029,60	101.029,60
1999	0,00	0,00	0,00	0,00	109.538,44	109.538,44

Continúa página siguiente

	Grupo 5 cambio de uso del suelo y silvicultura					Total
	1	2	3	4	5	
	Total	Total	Total	Total	Total	
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	252.963,85	252.963,85
2001	0,00	0,00	0,00	0,00	105.724,78	105.724,78
2002	0,00	0,00	0,00	0,00	64.552,50	64.552,50
2003	0,00	0,00	0,00	0,00	96.806,63	96.806,63

1. Cambios en stocks de bosques • 2. Reconversión • 3. Abandono
4. Emisión/Captación de CO₂ • 5. Otros

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del MMA*

	Toneladas de CO ₂ equivalentes				Total
	Grupo 6 tratamiento y eliminación de residuos				
	Depósito en vertederos	Tratamiento de aguas	Incineración residuos	Otros residuos	
Total	Total	Total	Total	Total	
1990	256.237,27	121.595,81	23.321,63	2.104,64	403.259,35
1991	275.035,67	123.398,94	22.916,78	2.442,31	423.793,69
1992	333.628,35	124.179,90	21.559,48	2.779,96	482.147,69
1993	355.227,39	125.296,14	20.417,06	3.117,63	504.058,21
1994	377.520,57	128.273,97	22.967,30	3.237,83	531.999,67
1995	380.763,63	139.156,53	22.643,46	3.358,04	545.921,66
1996	411.810,20	149.184,38	21.082,56	5.362,67	587.439,81
1997	431.287,16	163.234,72	22.398,79	8.426,28	625.346,95
1998	457.446,23	176.058,30	22.927,75	6.055,23	662.487,51
1999	469.876,52	187.718,61	22.016,35	6.121,39	685.732,87
2000	491.633,75	199.107,22	20.546,43	5.930,09	717.217,49
2001	503.712,65	211.175,58	20.773,24	24.247,11	759.908,59
2002	452.308,28	223.793,81	20.778,93	32.683,27	729.564,30
2003	450.545,99	236.141,88	20.789,11	32.840,90	740.317,88

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del MMA.*

ANEXOS CAPÍTULO 3

1. Ampliación del ámbito de la ley 1/2005. Propuesta de asignación a las instalaciones de combustión de Castilla y León (t)

Instalación	Localidad	Propuesta Asignación 2006	Propuesta Asignación 2007
Alcoholera de Monzón	Monzón de Campos (Palencia)	5.281	5.281
Antibióticos S.A.U. (Fábrica de León)	León	42.851	42.851
Azucarera de La Bañeza	La Bañeza (León)	18.026	18.026
Azucarera de Miranda	Miranda de Ebro (Burgos)	12.141	12.141
Azucarera de Peñafiel	Peñafiel (Valladolid)	15.110	15.110
Azucarera de Toro	Toro (Zamora)	21.249	21.249
Biocarburantes de Castilla y León, S.A.	Babilafuente (Salamanca)	130.003	130.003
Bridgestone Hispania, S.A. (Planta de Burgos)	Burgos	40.155	40.155
Crimidesa, S.A.	Cerezo del Río Turón (Burgos)	19.880	19.880
CYCASA Canteras y Construcciones S.A.	Santa María del Cubillo (Ávila)	4.260	4.260
Destilería de Palazuelos de Eresma	Palazuelos de Eresma (Segovia)	16.435	16.435
Enagás, S.A. Estación de compresión de Zamora	Coreses (Zamora)	14.229	14.229
Fábrica Azucarera de Olmedo	Olmedo (Valladolid)	67.429	67.429
Fábrica Azucarera de Valladolid S.A.	Valladolid	17.248	17.248
Industrias del Ubierna, S.A.	Burgos	0	0
Interpapel, S.A.	Villabrazaro (Zamora)	0	0

Continúa página siguiente

Instalación	Localidad	Propuesta Asignación 2006	Propuesta Asignación 2007
Iveco Pegaso, S.L. (Valladolid)	Valladolid	3.219	3.219
Mateos, S.L.	Cabezón de Pisuerga (Valladolid)	21.026	21.026
Michelin España Portugal, S.A. Factoría de Aranda de Duero	Aranda de Duero (Burgos)	7.055	8.630
Michelin España Portugal, S.A. Factoría de Valladolid	Valladolid	13.724	14.377
Minera Santa Marta, S.A.	Belorado (Burgos)	31.178	31.178
Quesos del Duero, S.A.	Toro (Zamora)	3.755	3.755
Renault España, S.A. Factoría Villamuriel de Cerrato	Villamuriel de Cerrato (Palencia)	20.574	20.574
Renault España, S.A. Direcciones Centrales	Valladolid	1.970	1.970
Renault España, S.A. Factoría de Valladolid	Valladolid	3.225	3.225
Renault España, S.A. Carrocería y Montaje	Valladolid	28.759	28.759
Roldán, S.A.	Ponferrada (León)	0	0
San Miguel, Fábrica de Cerveza y Malta, S.A. Burgos	Burgos	8.385	8.385
SGASA S.A. Hontoria	Hontoria (Segovia)	2.915	2.915
Snack Ventures Manufacturing, S.L.	Villayuda Gamonal (Valladolid)	12.728	12.728
Tableros Losan, S.A.	Soria	3.445	3.445
Tableros Traderma, S.L. Valladolid	Valladolid	771	771

Fuente: Propuesta de asignación de las instalaciones de combustión de más de 20 MW (noviembre 2005).

2. Nuevos entrantes. Propuesta de asignación a las instalaciones de Castilla y León (t)

Titular instalación	Sector	Localidad	Propuesta de asignación de derechos		
			2005	2006	2007
Cerámica García Cuesta, S.A.	Ladrillos y tejas	Nava de la Asunción	0	6.090	6.643
Cerámica Zaratán S.A.	Ladrillos y tejas	Valladolid	194	2.323	2.323
Ceranon II	Ladrillos y tejas	Valencia de Don Juan	62.424	68.099	68.099
Langa de Duero Enercorr XXI	Cogeneración	Langa de Duero	65.811	65.085	65.811

Fuente: Propuesta de asignación para nuevos entrantes (noviembre 2005).

3. Empresas de Castilla y León incluidas en el PNA (t)

Prov	Empresa	Sector	2005	2006	2007	2005-07
Ávila	Cerámica Hermanos Zarza	Tejas y ladrillos	10.053	10.053	10.053	30.159
Burgos	Cerámica Llanos, S.A.	Tejas y ladrillos	30.563	30.563	30.563	91.689
	Saint-Gobain Vicasa	Vidrio	106.829	106.829	106.829	320.487
	Papeleras del Arlanzón, S.A.	Pasta y papel	20.491	20.491	20.491	61.473
	Rottneros Miranda, S.A.		59.507	59.507	59.507	178.521
	Azucarera de Miranda	Cogeneración	28.157	28.157	28.157	84.471
	Cogeneración Minera de Santa Marta S.A.		45.821	45.821	45.821	137.463
	Energyworks Aranda S.L. (Michelin)		124.977	124.977	124.977	374.931
	Frías Cogeneración		26.309	26.309	26.309	78.927
	Leche Pascual		55.063	55.063	55.063	165.189
	Cogeneradora Burgalesa S.L.		49.050	49.050	49.050	147.150
León	Enercrisa		106.901	106.901	106.901	320.703
	Genfibre		230.774	230.774	230.774	692.322
	Endesa Generación Compostilla 1	Generación: Carbón	0	0	0	0
	Endesa Generación Compostilla 2		492.058	441.782	385.161	1.319.001
	Endesa Generación Compostilla 3		1.599.290	1.435.883	1.251.850	4.287.023
Endesa Generación Compostilla 4		1.593.938	1.431.078	1.247.661	4.272.677	

Continúa página siguiente

Prov	Empresa	Sector	2005	2006	2007	2005-07	
León	Endesa Generación Compostilla 5	Generación: Carbón	1.659.392	1.489.844	1.298.895	4.448.131	
	Unión Fenosa Generación S.A. La Robla 1		663.778	595.956	519.575	1.779.309	
	Unión Fenosa Generación S.A. 3.558.618 La Robla 2			1.327.556	1.191.913	1.039.149	
	Cementos Cosmos SA	Cemento	722.824	722.824	722.824	2.168.472	
	Sociedad Anónima Tudela Veguín		831.269	831.269	831.269	2.493.807	
	Cerámica de Villacé (Cerámica Gonzalez Carreño)	Tejas y ladrillos	27.653	27.653	27.653	82.959	
	Ceranor		116.275	116.275	116.275	348.825	
	Rubiera Gijon S.A.	Forjados y Cubiertas	19.224	19.224	19.224	57.672	
	B&A Vidrio SA (León)	Vidrio	92.772	92.772	92.772	278.316	
	Azucarera de La Bañeza	Cogener.	47.620	47.620	47.620	142.860	
	Palencia	Iberdrola Generación S.A.U. Guardo 1	Generac: Carbón	611.360	548.894	478.544	1.638.798
		Iberdrola Generación S.A.U. Guardo 2		1.662.977	1.493.063	1.301.702	4.457.742
Cementos Portland, S.A.		Cemento	566.322	566.322	566.322	1.698.966	
Cerámica Piña		Tejas y ladrillos	10.193	10.193	10.193	30.579	
Cerámica San Antolín S.A.			19.914	19.914	19.914	59.742	
Multienergías A.I.E.		Pasta y papel	96.174	96.174	96.174	288.522	
Salamanca	Cerámica Santa Bárbara Criado Hermanos	Tejas y ladrillos	4.598	4.598	4.598	13.794	
	Trabajos y Movimientos S.A. (Tramosa)		7.290	7.290	7.290	21.870	
	Kimberly Clark, S.A. División Consumo	Pasta y papel	20.324	20.324	20.324	60.972	
	Biocarburantes de Castilla y León	Cogener.	45.970	129.957	129.957	305.884	

Continúa página siguiente

Prov	Empresa	Sector	2005	2006	2007	2005-07
Segovia	Cerámica Carbonero	Tejas y ladrillos	12.985	12.985	12.985	38.955
	Cerámica García Cuesta		18.136	18.136	18.136	54.408
	Dalopa		9.394	9.394	9.394	28.182
	Gres Acueducto, S.A		15.918	15.918	15.918	47.754
	Tecnocerámica Cerámica Arevalo		8.186	8.186	8.186	24.558
	Saint Gobain La Granja	Vidrio	38.769	38.769	38.769	116.307
	Cogen Eresma	Cogeneración	0	40.758	54.345	95.103
	Desimpecto de purines Eresma S.A.		60.173	60.173	60.173	180.519
	Desimpecto de purines Turégano		58.678	58.678	58.678	176.034
	Soria	Reno de Medici Iberica, S.L. Unipersonal	Pasta y papel	9.858	9.858	9.858
Intever		Cogeneración	61.174	65.406	65.406	191.986
Sinova Medioambiental			59.884	59.884	59.884	179.652
Tableros Losan (Losan II)			91.270	91.270	91.270	273.810
Valladolid	Cerámica Peñafiel	Tejas y ladrillos	16.285	16.285	16.285	48.855
	Cerámica Zaratán		17.864	17.864	17.864	53.592
	Smurfit España, S.A.	Pasta y papel	51.200	51.200	51.200	153.600
	Azucarera de Peñafiel	Cogeneración	42.530	42.530	42.530	127.590
	UTE Ineuropa de Cogeneración S.A. y Enagás S.A. (Alabe Sergas)		157.913	157.913	157.913	473.739
Zamora	Cerámica Cuesta Vila, S.A.	Tejas y ladrillos	15.291	15.291	15.291	45.873
	Cerámica Hispano Portuguesa S.L.		16.035	16.035	16.035	48.105
	Cerámica Isidro Lorenzo (Cer de Castro)		3.923	3.923	3.923	11.769
	Cerámicas Saza		25.644	25.644	25.644	76.932
	Azucarera de Toro	Cogener.	57.011	57.011	57.011	171.033

Fuente: Plan Nacional de Asignación

4. Emisiones de las empresas cementeras en Castilla y León

• León. Proceso de combustión

Año 1990	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Hulla	252.792,13	1,60	2,14	253.487,77
Coque	35.507,05	0,53	4,98	37.062,36
Fuel-oil	1.040,17	0,04	0,00	1.042,26
Gas-oil	981,71	0,02	0,03	992,56
Total	290.321,07	2,19	7,15	292.584,96

Año 2003	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Hulla	24.160,98	0,15	0,20	24.227,47
Coque	492.855,80	7,41	69,14	514.444,22
Fuel-oil	471,63	0,02	0,00	472,58
Gas-oil	1.660,58	0,03	0,06	1.678,93
Total	519.148,99	7,61	69,40	540.823,20

• Palencia. Proceso de combustión

Año 1990	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Hulla	83.050,62	0,53	0,70	83.279,16
Coque	11.489,61	0,17	1,61	11.992,88
Fuel-oil	200,28	0,01	0,00	200,68
Gas-oil	397,44	0,01	0,01	401,83
Total	95.137,95	0,71	2,33	95.874,56

Año 2003	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Hulla	0,00	0,00	0,00	0,00
Coque	207.569,09	3,12	29,12	216.661,18
Fuel-oil	2.897,63	0,11	0,01	2.903,45
Gas-oil	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	210.466,71	3,23	29,13	219.564,63

Fuente: Estimación propia

ANEXOS CAPÍTULO 4

1. El sector forestal de Castilla y León. Desglose provincial

• Ávila

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	14.571	6,09	1.669.087	13,84
Pino negral	64.829	27,09	6.582.383	54,59
Pino piñonero	12.758	5,33	631.003	5,23
Pino laricio	nd	-	269.572	2,24
Rebollo	30.286	12,66	1.173.372	9,73
Encina	87.362	36,51	932.302	7,73
Castaño	nd	-	211.675	1,76
Resto de especies	29.501	12,33	588.494	4,88
Frondosas	134.162	56,06	2.832.554	23,49
Coníferas	105.145	43,94	9.225.334	76,51
Todas las especies	239.307	100,00	12.057.888	100,00

• Burgos

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	94.764	19,92	12.272.296	38,26
Pino negral	41.179	8,65	4.734.845	14,76
Pino piñonero	nd	-	97.176	0,30
Pino laricio	nd	-	1.130.059	3,52
Chopo	8.348	1,75	1.175.507	3,66
Rebollo	69.913	14,69	3.511.522	10,95
Quejigo	66.341	13,94	1.640.077	5,11
Encina	94.724	19,91	2.241.589	6,99
Haya	27.482	5,78	2.872.935	8,96
Sabina	31.932	6,71	597.243	1,86
Resto de especies	41.117	8,64	1.802.215	5,62
Frondosas	291.725	61,31	12.926.819	40,30
Coníferas	184.074	38,69	19.148.646	59,70
Todas las especies	475.800	100,00	32.075.465	100,00

• León

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	56.785	10,78	3.649.148	13,76
Pino negral	41.224	7,83	2.478.618	9,35
Pino laricio	nd	-	1.959.579	7,39
Chopo	nd	-	2.710.266	10,22
Rebollo	222.170	42,19	6.619.396	24,96
Encina	47.065	8,94	434.922	1,64
Haya	30.130	5,72	3.902.695	14,72
Roble albar	24.146	4,59	2.026.032	7,64
Resto de especies	105.050	19,95	2.739.173	10,33
Fronosas	405.667	77,04	18.019.766	67,95
Coníferas	120.902	22,96	8.500.063	32,05
Todas las especies	526.569	100,00	26.519.829	100,00

• Palencia

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	22.429	12,91	2.096.930	21,08
Pino negral	nd	-	511.126	5,14
Pino laricio	16.963	9,76	1.500.693	15,09
Chopo	7.990	4,60	1.043.925	10,50
Rebollo	67.365	38,77	1.758.363	17,68
Quejigo	14.736	8,48	265.771	2,67
Encina	nd	-	259.193	2,61
Roble albar	nd	-	1.397.671	14,05
Sabina	nd	-	23.042	0,23
Resto de especies	44.277	25,48	1.089.421	10,95
Fronosas	116.592	67,10	5.625.428	56,56
Coníferas	57.168	32,90	4.320.707	43,44
Todas las especies	173.760	100,00	9.946.135	100,00

- Salamanca

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	5.977	1,12	483.779	4,32
Pino negral	35.896	6,73	2.277.106	20,33
Rebollo	174.950	32,80	3.992.597	35,64
Quejigo	nd	-	419.360	3,74
Encina	248.956	46,67	3.114.329	27,80
Castaño	nd	-	291.858	2,61
Alcornoque	nd	-	143.654	1,28
Resto de especies	67.606	12,67	480.232	4,29
Frondosas	491.512	92,15	8.442.030	75,36
Coníferas	41.872	7,85	2.760.884	24,64
Todas las especies	533.384	100,00	11.202.914	100,00

- Segovia

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	36.387	14,95	6.294.855	34,13
Pino negral	103.888	42,67	9.266.304	50,24
Pino piñonero	7.929	3,26	392.386	2,13
Pino laricio	2.912	1,20	237.473	1,29
Chopo	5.976	2,45	758.381	4,11
Rebollo	30.213	12,41	655.192	3,55
Encina	31.638	13,00	325.718	1,77
Sabina	11.267	4,63	197.034	1,07
Resto de especies	13.249	5,44	315.910	1,71
Frondosas	81.076	33,30	2.055.199	11,14
Coníferas	162.383	66,70	16.388.052	88,86
Todas las especies	243.459	100,00	18.443.251	100,00

- Soria

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	84.444	20,17	12.816.998	43,40
Pino negral	72.317	17,27	8.911.179	30,17
Pino laricio	20.143	4,81	1.302.999	4,41
Chopo	nd	-	780.400	2,64
Rebollo	34.739	8,30	1.277.181	4,32
Quejigo	34.457	8,23	646.117	2,19
Encina	95.997	22,93	2.044.499	6,92
Sabina	59.058	14,11	1.220.926	4,13
Resto de especies	17.495	4,18	533.313	1,81
Frondosas	182.623	43,62	5.281.509	17,88
Coníferas	236.027	56,38	24.252.102	82,12
Todas las especies	418.650	100,00	29.533.611	100,00

- Valladolid

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	23.747	18,86	1.982.759	34,22
Pino piñonero	54.083	42,96	2.764.532	47,72
Pino carrasco	13.409	10,65	260.889	4,50
Chopo	nd	-	439.995	7,59
Quejigo	8.640	6,86	91.156	1,57
Encina	19.652	15,61	166.851	2,88
Resto de especies	6.355	5,05	87.254	1,51
Frondosas	34.647	27,52	785.257	13,55
Coníferas	91.239	72,48	5.008.180	86,45
Todas las especies	125.886	100,00	5.793.437	100,00

- Zamora

	Superficie		Volumen	
	ha	%	m ³	%
Pino silvestre	21.271	8,66	1.418.893	17,31
Pino negral	21.804	8,88	226.7909	27,66
Pino piñonero	9.741	3,97	373.393	4,55
Pino laricio	nd	-	243.686	2,97
Chopo	7.795	3,18	1.081.776	13,19
Rebollo	93.138	37,94	1.743.793	21,27
Encina	80.318	32,72	697.961	8,51
Resto de especies	11.437	4,66	371.718	4,53
Fronosas	190.150	77,45	3.895.247	47,51
Coníferas	55.352	22,55	4.303.882	52,49
Todas las especies	245.502	100,00	8.199.129	100,00

Fuente: Junta de Castilla y León (2005)

2. CO₂ secuestrado en Castilla y León por actividades antrópicas en el periodo 1992-2002. Desglose provincial

- Ávila

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	1.921.353	1.056.744	475.535	1.743.628
Pino silvestre	698.904	433.320	194.994	714.979
Chopo	nd	-	-	-
Total	2.620.257	1.490.065	670.529	2.458.607

- Burgos

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	1.598.052	878.929	395.518	1.450.232
Pino silvestre	4.799.285	2.975.557	1.339.001	4.909.669
Chopo	197.048	122.170	54.976	201.580
Total	6.594.385	3.976.655	1.789.495	6.561.481

- León

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	870.445	478.745	239.372	877.699
Pino silvestre	2.005.076	1.243.147	621.574	2.279.103
Chopo	2.214.094	1.372.738	686.369	2.516.687
Total	5.089.615	3.094.630	1.547.315	5.673.489

- Palencia

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	129.902	71.446	32.151	117.886
Pino silvestre	1.127.789	699.229	314.653	1.153.728
Chopo	824.844	511.403	230.131	843.815
Total	2.082.535	1.282.079	576.935	2.115.430

- Salamanca

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	728.588	400.723	180.326	661.194
Pino silvestre	162.834	100.957	45.431	166.579
Chopo	nd	-	-	-
Total	891.422	501.680	225.756	827.773

- Segovia

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	2.262.966	1.244.631	560.084	2.053.642
Pino silvestre	1.553.578	963.218	433.448	1.589.310
Chopo	193.828	120.173	54.078	198.286
Total	4.010.372	2.328.023	1.047.610	3.841.238

• Soria

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	3.113.499	1.712.424	770.591	2.825.500
Pino silvestre	4.571.572	2.834.375	1.275.469	4.676.718
Chopo	401.061	248.658	111.896	410.285
Total	8.086.132	4.795.457	2.157.956	7.912.504

• Valladolid

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	405.008	222.754	100.239	367.545
Pino silvestre	nd	-	-	-
Chopo	nd	-	-	-
Total	405.008	222.754	100.239	367.545

• Zamora

	Biomasa principal m ³	Biomasa total m ³	C secuestrado t	CO ₂ secuestrado t
Pino negral	752.331	413.782	186.202	682.740
Pino silvestre	854.432	529.748	238.387	874.084
Chopo	710.191	440.318	198.143	726.525
Total	2.316.954	1.383.848	622.732	2.283.350

Fuente: *Elaboración propia con datos de los Inventarios Forestales Nacionales.*

ANEXOS CAPÍTULO 5

5.1 Sector transporte

1. Emisiones GEI del Transporte por Carretera. Desglose provincial

- Ávila

Año 1990	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	128.803,04	28,33	5,75	131.180,16
Camiones y furgonetas	6.102,31	2,87	0,00	6.162,48
Autobuses	118.459,46	50,41	4,44	120.893,07
Motocicletas	2.359,39	4,05	0,04	2.457,43
Total vehículos	255.724,20	85,66	10,23	260.693,14

Año 2003	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	221.194,82	29,53	10,53	225.078,60
Camiones y furgonetas	10.965,15	4,30	0,00	11.055,41
Autobuses	175.520,14	19,25	35,19	186.832,26
Motocicletas	2.194,16	3,88	0,05	2.290,45
Total vehículos	409.874,26	56,96	45,76	425.256,72

- Burgos

Año 1990	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	264.887,60	112,72	9,92	270.329,41
Camiones y furgonetas	195.722,20	43,04	8,74	199.334,35
Autobuses	22.509,48	10,57	0,00	22.731,42
Motocicletas	4.129,32	7,10	0,07	4.300,89
Total vehículos	487.248,59	173,43	18,73	496.696,07

Año 2003	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	396.250,48	43,46	79,44	421.788,49
Camiones y furgonetas	328.045,20	43,79	15,61	333.805,07
Autobuses	35.567,61	13,94	0,00	35.860,41
Motocicletas	4.113,10	7,28	0,09	4.293,60
Total vehículos	763.976,40	108,48	95,14	795.747,57

• León

Año 1990	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	369.185,02	157,10	13,82	376.769,50
Camiones y furgonetas	307.355,85	67,59	13,72	313.028,26
Autobuses	36.959,30	17,35	0,00	37.323,72
Motocicletas	6.562,49	11,28	0,12	6.835,16
Total vehículos	720.062,66	253,33	27,66	733.956,64

Año 2003	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	543.814,93	59,65	109,02	578.863,34
Camiones y furgonetas	518.608,89	69,23	24,68	527.714,70
Autobuses	62.289,40	24,42	0,00	62.802,17
Motocicletas	6.365,70	11,27	0,14	6.645,05
Total vehículos	1.131.078,91	164,57	133,84	1.176.025,27

• Palencia

Año 1990	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	130.485,13	55,53	4,89	133.165,80
Camiones y furgonetas	95.546,90	21,01	4,26	97.310,27
Autobuses	13.816,56	6,49	0,00	13.952,79
Motocicletas	2.103,83	3,62	0,04	2.191,24
Total vehículos	241.952,42	86,64	9,19	246.620,10

Año 2003	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	188.728,23	20,70	37,83	200.891,60
Camiones y furgonetas	156.648,05	20,91	7,46	159.398,50
Autobuses	23.404,60	9,17	0,00	23.597,27
Motocicletas	1.904,49	3,37	0,04	1.988,07
Total vehículos	370.685,37	54,16	45,33	385.875,44

- Salamanca

Año 1990	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	248.660,70	105,81	9,31	253.769,14
Camiones y furgonetas	191.355,38	42,08	8,54	194.886,94
Autobuses	26.481,74	12,43	0,00	26.742,85
Motocicletas	4.101,17	7,05	0,07	4.271,58
Total vehículos	470.598,99	167,38	17,92	479.670,51

Año 2003	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	366.313,19	40,18	73,43	389.921,76
Camiones y furgonetas	316.965,19	42,31	15,09	322.530,51
Autobuses	45.242,74	17,74	0,00	45.615,19
Motocicletas	3.918,32	6,94	0,08	4.090,27
Total vehículos	732.439,43	107,16	88,61	762.157,73

- Segovia

Año 1990	Emissiones de CO ₂ (t)	Emissiones de CH ₄ (t)	Emissiones de N ₂ O (t)	Emissiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	118.704,55	50,51	4,44	121.143,19
Camiones y furgonetas	105.116,12	23,12	4,69	107.056,10
Autobuses	16.004,18	7,51	0,00	16.161,98
Motocicletas	2.134,25	3,67	0,04	2.222,93
Total vehículos	241.959,10	84,81	9,17	246.584,20

Año 2003	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	180.063,26	19,75	36,10	191.668,19
Camiones y furgonetas	175.149,38	23,38	8,34	178.224,68
Autobuses	29.117,53	11,41	0,00	29.357,23
Motocicletas	2.082,31	3,69	0,05	2.173,69
Total vehículos	386.412,49	58,23	44,48	401.423,79

• Soria

Año1990	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	69.862,49	29,73	2,62	71.297,73
Camiones y furgonetas	70.159,76	15,43	3,13	71.454,60
Autobuses	4.835,80	2,27	0,00	4.883,48
Motocicletas	1.512,84	2,60	0,03	1.575,70
Total vehículos	146.370,89	50,03	5,77	149.211,50

Año 2003	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	102.057,78	11,19	20,46	108.635,32
Camiones y furgonetas	123.834,18	16,53	5,89	126.008,48
Autobuses	7.740,10	3,03	0,00	7.803,82
Motocicletas	1.403,71	2,49	0,03	1.465,31
Total vehículos	235.035,77	33,24	26,38	243.912,92

• Valladolid

Año1990	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	378.437,12	161,04	14,17	386.211,67
Camiones y furgonetas	221.298,25	48,67	9,88	225.382,42
Autobuses	33.274,88	15,62	0,00	33.602,97
Motocicletas	7.080,46	12,17	0,12	7.374,65
Total vehículos	640.090,71	237,50	24,17	652.571,71

Año2003	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	549.793,55	60,30	110,22	585.227,28
Camiones y furgonetas	362.605,26	48,41	17,26	368.971,94
Autobuses	54.825,73	21,49	0,00	55.277,06
Motocicletas	6.796,74	12,03	0,15	7.095,00
Total vehículos	974.021,27	142,23	127,62	1.016.571,29

- Zamora

Año1990	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	140.907,52	59,96	5,28	143.802,31
Camiones y furgonetas	121.072,09	26,63	5,40	123.306,54
Autobuses	13.068,16	6,14	0,00	13.197,02
Motocicletas	2.199,67	3,78	0,04	2.291,06
Total vehículos	277.247,44	96,50	10,72	282.596,92

Año 2003	Emisiones de CO ₂ (t)	Emisiones de CH ₄ (t)	Emisiones de N ₂ O (t)	Emisiones equivalentes de CO ₂ (t)
Turismos	207.628,88	22,77	41,62	221.010,38
Camiones y furgonetas	201.758,03	26,93	9,60	205.300,53
Autobuses	19.995,26	7,84	0,00	20.159,87
Motocicletas	2.166,51	3,84	0,05	2.261,59
Total vehículos	431.548,69	61,38	51,27	448.732,37

Fuente: *Estimación propia*

5.1 Sector agrario

1. Estimación de emisiones de origen agrario. Distribución provincial (toneladas equivalentes de CO₂)

• Ávila

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	353.172,96	365.610,34	3,52
	Manejo de estiércol (CH ₄)	72.181,08	93.445,11	29,46
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	26.330,93	29.930,36	13,67
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	138.826,24	141.298,17	1,78
	Pastoreo(N ₂ O)	140.295,14	107.687,89	-23,24
Subtotales	de CH ₄	425.354,04	459.055,45	7,92
	de N ₂ O	305.452,31	278.916,42	-8,69
Total		730.806,35	737.971,87	0,98

• Burgos

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	231.020,08	176.771,14	-23,48
	Manejo de estiércol (CH ₄)	72.172,28	73.254,24	1,50
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	35.017,80	32.953,16	-5,90
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	129.909,19	105.700,45	-18,64
	Pastoreo(N ₂ O)	126.554,28	79.170,42	-37,44
Subtotales	de CH ₄	303.192,37	250.025,38	-17,54
	de N ₂ O	291.481,26	217.824,03	-25,27
Total		594.673,63	467.849,40	-21,33

• León

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	361.754,65	287.641,72	-20,49
	Manejo de estiércol (CH ₄)	73.239,64	54.043,08	-26,21
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	34.807,51	24.314,95	-30,14
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	137.373,17	123.123,47	-10,37
	Pastoreo(N ₂ O)	138.608,98	141.493,18	2,08
Subtotales	de CH ₄	434.994,30	341.684,80	-21,45
	de N ₂ O	310.789,66	288.931,59	-7,03
Total		745.783,96	630.616,40	-15,44

- Palencia

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	159.214,68	159.011,01	-0,13
	Manejo de estiércol (CH ₄)	29.451,57	33.498,94	13,74
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	13.562,57	15.935,57	17,50
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	66.421,64	73.108,32	10,07
	Pastoreo(N ₂ O)	80.311,07	81.633,17	1,65
Subtotales	de CH ₄	188.666,25	192.509,95	2,04
	de N ₂ O	160.295,27	170.677,06	6,48
Total		348.961,52	363.187,01	4,08

- Salamanca

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	605.736,90	759.166,13	25,33
	Manejo de estiércol (CH ₄)	153.574,16	213.390,66	38,95
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	51.500,28	68.260,15	32,54
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	266.170,44	318.116,14	19,52
	Pastoreo(N ₂ O)	265.747,83	235.023,20	-11,56
Subtotales	de CH ₄	759.311,06	972.556,78	28,08
	de N ₂ O	583.418,54	621.399,48	6,51
Total		1.342.729,60	1.593.956,27	18,71

- Segovia

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	230.315,03	298.264,09	29,50
	Manejo de estiércol (CH ₄)	119.079,69	174.879,27	46,86
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	55.054,73	75.430,12	37,01
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	161.871,29	209.559,53	29,46
	Pastoreo(N ₂ O)	111.018,49	108.639,19	-2,14
Subtotales	de CH ₄	349.394,73	473.143,35	35,42
	de N ₂ O	327.944,51	393.628,84	20,03
Total		677.339,23	866.772,19	27,97

• Soria

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	145.275,15	119.478,94	-17,76
	Manejo de estiércol (CH ₄)	36.209,47	53.678,56	48,24
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	20.670,20	26.989,55	30,57
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	95.342,90	92.678,89	-2,79
	Pastoreo(N ₂ O)	120.073,16	87.140,68	-27,43
Subtotales	de CH ₄	181.484,62	173.157,50	-4,59
	de N ₂ O	236.086,26	206.809,12	-12,40
Total		417.570,89	379.966,62	-9,01

• Valladolid

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	189.390,16	169.948,55	-10,27
	Manejo de estiércol (CH ₄)	43.591,06	62.000,98	42,23
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	21.930,30	29.391,07	34,02
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	103.329,73	104.699,14	1,33
	Pastoreo(N ₂ O)	129.085,75	95.317,33	-26,16
Subtotales	de CH ₄	232.981,22	231.949,54	-0,44
	de N ₂ O	254.345,78	229.407,54	-9,80
Total		487.327,00	461.357,08	-5,33

• Zamora

		1990	2004	% var 90-04
Ganadería	Fermentación entérica (CH ₄)	284.326,73	297.418,52	4,60
	Manejo de estiércol (CH ₄)	74.003,26	61.963,83	-16,27
	Manejo de estiércol (N ₂ O)	34.781,61	29.282,05	-15,81
Suelos	Estiércol (N ₂ O)	156.204,42	147.008,87	-5,89
	Pastoreo(N ₂ O)	184.164,77	172.766,32	-6,19
Subtotales	de CH ₄	358.329,99	359.382,35	0,29
	de N ₂ O	375.150,79	349.057,24	-6,96
Total		733.480,78	708.439,59	-3,41



Abreviaturas

- ACS:** Agua Caliente Sanitaria.
- AEMA:** Agencia Europea de Medio Ambiente.
- ANFEVI:** Asociación Nacional de Empresas de Fabricación Automática de Envases de Vidrio.
- APECYL:** Asociación de productores Eólicos de Castilla y León.
- ASPAPPEL:** Asociación Española de Fabricantes de Pasta y Papel.
- BEF:** Biomass Expansion Factor.
- BREF:** Bat Reference.
- CAF:** Corporación Andina de Fomento.
- CCAA:** Comunidades Autónomas.
- CDCF:** Community Development Carbon Fund.
- CECA:** Comunidad Económica del Carbón y del Acero.
- CEPE:** Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas.
- CNAE:** Contabilidad Nacional de España.
- CNUMAN:** Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medioambiente Humano.
- COP:** Conference of Parties.
- CORINAIR:** The Core Inventory of Air Emissions in Europe.
- CTE:** Código Técnico de Edificación.
- CTRs:** Centros de Tratamiento de Residuos.
- DG:** Dirección General.
- DOCE:** Diario Oficial de las Comunidades Europeas.
- ECCP:** European Climate Change Programme.
- EE:** Eastern Economies.
- EEA:** European Environment Agency.
- EEV:** Environmentally Enhanced Vehicles.

- EIA:** Energy Information Administration.
- EMEP:** Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe.
- EPBD:** Energy Performance Building Directive.
- EPER:** Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes.
- EU:** European Union.
- FAO:** Food and Agriculture Organization.
- FEMP:** Federación Española de Municipios y Provincias.
- FEVE:** Federación Europea de Envase de Vidrio.
- FSU:** Former Soviet Union.
- GEI:** Gases de Efecto Invernadero.
- HISPALYT:** Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida.
- HORECA:** Hostelería, Restauración y Catering.
- IDAE:** Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.
- IEA:** Internacional Energy Agency.
- IFN:** Inventario Forestal Nacional.
- IPCC:** Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ITE:** Instrucciones Técnicas Complementarias.
- LULUCF:** Land-Use, Land-Use Change and Forestry.
- MAYPA:** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MDL:** Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- MMA:** Ministerio de Medio Ambiente.
- MTD:** Mejores Técnicas Disponibles.
- Mwh:** Megavatios Hora.
- OCDE:** Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.
- OFICEMEN:** Agrupación de Fabricantes de Cemento de España.
- OICA:** Organisation Internationale des Constructers D'Automobiles.
- OMM:** Organización Meteorológica Mundial.
- ONGs:** Organizaciones No Gubernamentales.
- ONU:** Organización de Naciones Unidas.

- PAC:** Política Agrícola Comunitaria.
- PASCER:** Programa de Ahorro, Sustitución, Cogeneración y Energías Renovables.
- PECC:** Programa Europeo de Cambio Climático.
- PER:** Plan de Energías Renovables.
- PFER:** Plan de Fomento de las Energías Renovables.
- PIB:** Producto Interior Bruto.
- PNA:** Plan nacional de Asignaciones.
- PNRU:** Plan Nacional de Residuos Sólidos Urbanos.
- PRRU:** Plan Regional de Residuos Urbanos.
- RES:** Renewable Energy Sources.
- RITE:** Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- SEA:** Strategic Environmental Assessment.
- SIGRE:** Sistema Integrado de Gestión.
- TEN-T:** Trans-European Transport Network.
 - tep:** Toneladas equivalentes de petróleo.
- TERM:** Transport and Environment Reporting Mechanism.
- UDA:** Unidades de Absorción.
- UE:** Unión Europea.
- UN:** United Nations.
- UNEP:** United Nations Environment Program.
- UNFCCC:** United Nations Framework Convention on Climate Change.
- UTCUTS:** Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Selvicultura.
 - VAB:** Valor Añadido Bruto.
- WMO:** World Meteorological Organization.
- OACI:** Organización de Aviación Civil.
- PEIT:** Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte.
- ATP:** Autoridades de Transporte Público.