

*Tercera  
Comunicación Nacional de  
España*

*Convención Marco de  
Naciones Unidas sobre el  
Cambio Climático*



## Índice del documento

Índice del documento.....	i
Lista de figuras .....	v
Lista de tablas .....	vii
EXECUTIVE SUMMARY .....	xi
National Circumstances .....	xi
Greenhouse gas inventories.....	xiii
Policies and measures .....	xv
Projections and global effect of policies and measures .....	xvii
Vulnerability assessment, climate change impacts and adaptation measures.....	xviii
Financial resources and technology transfer .....	xx
Research and systematic observation.....	xxi
Education, training and public awareness.....	xxiii
RESUMEN PRACTICO .....	1
Circunstancias nacionales .....	1
Inventarios de gases de efecto invernadero.....	3
Políticas y medidas.....	5
Proyecciones y efecto global de las políticas y medidas.....	8
Evaluación de la vulnerabilidad, efectos del cambio climático y medidas de adaptación	9
Recursos financieros y transferencia de tecnología .....	11
Investigación y observación sistemática .....	12
Educación, formación y sensibilización del público.....	14
CIRCUNSTANCIAS NACIONALES QUE GUARDAN RELACION CON LAS EMISIONES Y LA ABSORCION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	17
Estructura de gobierno .....	17
Perfil demográfico.....	20
Perfil geográfico.....	23
Orografía.....	24
Suelos .....	25
Hidrografía .....	26
Calidad del agua .....	28
Litoral .....	29
Perfil climático .....	29
Perfil económico .....	31
El crecimiento de la economía española. ....	31
Evolución reciente de la economía española en sus equilibrios básicos .....	33
Energía .....	34
Demanda de energía final.....	35
Demanda de energía primaria.....	36
Producción interior de energía primaria y grado de autoabastecimiento .....	37
Liberalización del mercado eléctrico.....	38
Transporte .....	39

Parque móvil.....	39
Carreteras.....	40
Ferrocarril.....	40
Transporte marítimo.....	41
Transporte aéreo.....	41
Industria y construcción.....	42
Residuos.....	44
Plan nacional de residuos urbanos (2000-2006).....	44
Turismo.....	46
Agricultura.....	47
Bosques.....	49
<b>INFORMACION SOBRE LOS INVENTARIOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO</b>	
.....	51
<b>METODOLOGIA</b> .....	51
<b>GASES CONSIDERADOS</b> .....	51
<b>FUENTES EMISORAS</b> .....	52
<b>PROCEDIMIENTOS DE ESTIMACION</b> .....	52
<b>RESULTADOS</b> .....	53
<b>ANALISIS AGREGADO</b> .....	54
<b>ANALISIS POR GASES</b> .....	55
<b>ANALISIS POR SECTORES</b> .....	58
<b>POLITICAS Y MEDIDAS</b> .....	63
<b>ENERGIA</b> .....	63
Ley del Sector Eléctrico.....	64
Real Decreto de Régimen Especial.....	64
Plan de Fomento de las Energías Renovables.....	66
Otras medidas en generación eléctrica.....	68
Plan de I+D+I Energético.....	69
Otras medidas de ámbito regional o local.....	71
<b>TRANSPORTES</b> .....	73
Medidas fiscales.....	74
Medidas reglamentarias y acuerdos voluntarios sobre vehículos y emisiones.....	74
Medidas de incremento de la eficiencia energética por mejora de infraestructuras.....	74
Medidas de incremento de la eficiencia energética por mejora de operaciones.....	75
Medidas de fomento de la intermodalidad del sistema de transporte interurbano ...	75
Medidas de fomento del transporte colectivo urbano y metropolitano.....	75
Otras medidas.....	76
<b>SECTORES COMERCIAL, INSTITUCIONAL Y RESIDENCIAL</b> .....	78
Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.....	78
Medidas en edificios existentes.....	79
Medidas en edificios nuevos.....	80
<b>INDUSTRIA</b> .....	81
Iniciativa PROFIT.....	81
Régimen fiscal de incentivos a inversiones realizadas en bienes del activo material destinadas a la protección del medio ambiente.....	82
<b>RESIDUOS</b> .....	83
Plan Nacional de Residuos.....	83

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.....	86
AGRICULTURA .....	88
Introducción.....	88
Situación por gases .....	89
Medidas de diagnóstico y control.....	90
Medidas correctoras.....	91
POLITICA FORESTAL .....	95
Introducción.....	95
Líneas marcadas por la política forestal española, a través de su Estrategia y del borrador del Plan Forestal Español.....	96
Diagnóstico de la situación actual .....	96
Políticas y medidas en curso.....	98
PROYECCIONES Y EFECTO GLOBAL DE LAS POLITICAS Y MEDIDAS .....	107
PROYECCIONES DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> DE ORIGEN ENERGETICO .....	107
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD, EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO Y MEDIDAS DE ADAPTACION.....	115
RECURSOS HIDRICOS .....	115
Efectos del cambio climático en los recursos hídricos .....	115
Medidas de adaptación al cambio climático.....	120
ZONAS COSTERAS .....	123
Efectos previstos en el litoral como consecuencia del cambio climático.....	123
Medidas de adaptación al cambio climático.....	126
Investigaciones científicas en materia de evaluación de la vulnerabilidad y medidas de adaptación .....	128
MONTES, BOSQUES Y AGRICULTURA.....	129
Impactos del cambio climático .....	129
Medidas de adaptación .....	130
RECURSOS FINANCIEROS Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA .....	133
CONTRIBUCIONES FINANCIERAS AL FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL (FMAM).....	133
CONTRIBUCIONES FINANCIERAS A INSTITUCIONES Y PROGRAMAS MULTILATERALES .....	134
CONTRIBUCIONES FINANCIERAS BILATERALES Y REGIONALES.....	135
LISTADO DE CREDITOS FAD.....	139
INVESTIGACION Y OBSERVACION SISTEMATICA .....	143
INVESTIGACIÓN.....	143
Investigación sobre el Cambio Climático en el Instituto Nacional de Meteorología .....	143
Plan Nacional de I+D sobre el Clima .....	147
Participación española en proyectos de investigación financiados en el marco de la Unión Europea.....	153
OBSERVACION SISTEMATICA.....	156
EDUCACION, FORMACION Y SENSIBILIZACION DEL PUBLICO .....	157
EDUCACION Y FORMACION TECNICA Y PROFESIONAL .....	157
Sistema educativo no universitario.....	157

Formación universitaria.....	158
Masters, postgrados y otros cursos de especialización.....	159
Formación inicial reglada.....	160
Formación ocupacional.....	161
Jornadas, congresos, grupos de trabajo.....	162
CAMPAÑAS DE COMUNICACION Y EDUCACION.....	163
Campanas de educación y sensibilización.....	163
La sensibilización y la información como parte de programas más amplios.....	164
Información a través de internet.....	165
El cambio climático y la energía en los equipamientos para la educación ambiental.....	166
CONCLUSIONES.....	166
APENDICE A: Cuadros de resumen de las emisiones de gases de efecto invernadero.....	169
APENDICE B: Observación Sistemática.....	179
Observaciones Meteorológicas y Atmosféricas.....	179
Observaciones Oceanográficas.....	183
Observaciones Terrestres.....	186
Observaciones desde el espacio.....	188
APENDICE C: Lista de siglas y acrónimos.....	189

## Lista de figuras

Figura 1: Pirámides de población. ....	22
Figura 2: Evolución de las entradas mensuales de turistas.....	23
Figura 3: Mapa de usos del suelo. ....	26
Figura 4: Mapa de la red fluvial básica y divisorias de las grandes cuencas. ....	27
Figura 5: Mapa de clasificación climática según el índice de humedad de la UNESCO.....	30
Figura 6: Producto Interior Bruto per cápita. ....	31
Figura 7: Convergencia real del Producto Interior Bruto per cápita por Comunidades Autónomas en 1998.....	32
Figura 8: Intensidad energética final. ....	35
Figura 9: Consumo de Energía Final en 1999.....	36
Figura 10: Consumo de Energía Primaria en 1999.....	37
Figura 11: Consumo de Energía Primaria en España y origen del abastecimiento. Sólo se incluye la energía hidráulica, eólica, los R.S.U. y otros combustibles residuales consumidos en la generación eléctrica. ....	38
Figura 12: Tráfico portuario total. ....	41
Figura 13: Tráfico aéreo. ....	42
Figura 14: Objetivos de gestión del Plan Nacional de Residuos Urbanos. ....	45
Figura 15: Generación de residuos urbanos en las diferentes CCAA. ....	45
Figura 16: Contribución por Gases a las Emisiones.....	56
Figura 17: Índices de Evolución de las Emisiones por Gases.....	57
Figura 18: Contribución por Sectores a las Emisiones.....	59
Figura 19: Índices de Evolución de las Emisiones por Sectores.....	61
Figura 20: Papel del bosque español como sumidero de Carbono (datos de 1990, en proceso de actualización).....	103
Figura 21: ESCENARIOS FUTUROS DE ENERGIA Y CO <sub>2</sub> .....	109
Figura 22: Evolución de emisiones de CO <sub>2</sub> de origen energético por escenarios (1).....	112
Figura 23: Evolución de emisiones de CO <sub>2</sub> de consumo final de energía por escenario. ....	113

Figura 24: Evolución de emisiones de CO <sub>2</sub> del consumo final de energía, generación y refino por escenarios. ....	114
Figura 25: Mapa de disminución porcentual de la esorrentía para el escenario 1. ....	117
Figura 26: Mapa de disminución porcentual de la esorrentía para el escenario 2. ....	117
Figura 27: Porcentajes de disminución de la aportación total, para los escenarios climáticos considerados, en el largo plazo de la planificación hidrológica (20 años). ....	119
Figura 28: Se comparan los caudales medios resultantes de introducir diversas hipótesis de cambio climático. Los valores del Duero corresponden a caudales medios anuales en su tramo internacional. En el caso del Tajo se muestran las sumas de sobrantes anuales. Por último, para el Ebro se representan los caudales medios anuales en su tramo final, teniendo en cuenta la puesta en marcha de las medidas contempladas en el Plan Hidrológico Nacional. ....	121
Figura 29: Distribución de la financiación aportada por el Programa Nacional de I+D sobre el Clima en el período 1995-1999. ....	150
Figura B1: Redes de Medida Oceanográficas .....	183

## Lista de tablas

Tabla 1: Evolución de los equilibrios macroeconómicos 1995-2000.....	34
Tabla 1: Relación entre población y parque automóvil.....	40
Tabla 2: Kms por tipo de carretera en el año 1999.....	40
Tabla 3: GANADO: Serie histórica del censo de animales, por especies (miles de cabezas). 48	
Tabla 4: Serie histórica de la distribución de la superficie geográfica nacional por grandes grupos de usos y aprovechamientos. (Miles de ha).....	48
Tabla 5: Evolución del Agregado de Emisiones .....	54
Tabla 6: Evolución de las Emisiones por Tipo de Gas.....	55
Tabla 7: Evolución de las Emisiones por Sectores.....	58
Tabla 8: Incentivos según el tipo de instalación en la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico. ....	65
Tabla 9: Resumen de las políticas y medidas correspondientes al sector energético.....	72
Tabla 10: Resumen de las políticas y medidas en el sector del transporte.....	77
Tabla 11: Resumen de las políticas y medidas en los sectores comercial, institucional y residencial.....	80
Tabla 12: Resumen de las políticas y medidas en el sector de los residuos.....	88
Tabla 13: Resumen de las políticas y medidas en agricultura.....	93
Tabla 14: Ejes prioritarios de actuación en el Plan Forestal Español.....	99
Tabla 15: Resumen de las políticas y medidas correspondientes al sector de política forestal. .....	104
Tabla 16: ESCENARIO TENDENCIAL .....	110
Tabla 17: ESCENARIO AHORRO-BASE .....	111
Tabla 18: Porcentaje de disminución de la aportación total, por ámbitos de planificación, para los escenarios climáticos considerados.....	118
Tabla 19: Contribuciones financieras al FMAM.....	133
Tabla 20: Calendario de pagos en el GEF-2.....	133
Tabla 21: Contribuciones multilaterales.....	134
Tabla 22: Contribuciones financieras bilaterales y regionales en 1998 (En pesetas).....	136

Tabla 23: Contribuciones financieras bilaterales y regionales en 1999 (En pesetas).....	137
Tabla 24: Contribuciones financieras bilaterales y regionales en 2000 (En pesetas).....	138
Tabla 25: Listado de créditos FAD.....	139
Tabla 26: Listado de créditos FAD (Continuación). .....	140
Tabla 27: Listado de créditos FAD (Continuación). .....	141
Tabla 28: Desglose de la inversión en proyectos de I+D financiados con cargo al Programa Nacional de I+D sobre el Clima. ....	149
Tabla 29: Participación de equipos de investigadores españoles en proyectos financiados en programas de la Unión Europea. ....	154
Tabla A1: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1990. ....	169
Tabla A2: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1991. ....	170
Tabla A3: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1992. ....	171
Tabla A4: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1993. ....	172
Tabla A5: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1994. ....	173
Tabla A6: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1995. ....	174
Tabla A7: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1996. ....	175
Tabla A8: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1997. ....	176
Tabla A9: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1998. ....	177
Tabla A10: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1999. ....	178
Tabla B1: Participación en los Sistemas Mundiales de Observación Atmosférica. ....	179
Tabla S1: SMOC Observaciones Meteorológicas a Nivel del Suelo. ....	179
Tabla S2: Datos Homogéneos Disponibles de Mediciones Meteorológicas a Nivel del Suelo. ....	180
Tabla S3: SMOC Observaciones Meteorológicas por encima del Nivel del Suelo (Observaciones Meteorológicas en Altura). ....	180
Tabla S4: Datos Homogéneos Disponibles de Mediciones Meteorológicas en Altura. ....	180
Tabla S5: SMOC Sistemas de Observación de Componentes Atmosféricos. ....	181
Tabla S6: Datos Homogéneos Disponibles de Componentes Atmosféricos. ....	181

---

Tabla S5 (Observatorio de Izaña): SMOC Sistemas de Observación de Componentes Atmosféricos.....	182
Tabla S6 (Observatorio de Izaña): Datos Homogéneos Disponibles de Componentes Atmosféricos.....	182
Tabla B2: Participación en los Sistemas Mundiales de Observación Oceanográfica. ....	184
Tabla S7: Sistema de Observación Oceanográfica.....	184
Tabla S8: Datos Homogéneos Disponibles de Mediciones Oceanográficas.....	185
Tabla B3: Participación en los Sistemas Mundiales de Observación Terrestre. ....	186
Tabla S9: SMOC Sistemas de Observación Terrestre.....	186
Tabla S10: SMOC Sistemas de Observación Ecológica. ....	187



## EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of this executive summary is to provide a general overview of the most significant data contained in the Third National Communication: information on the conditions in which the policy of combating climate change is conducted; references to present figures in the inventories of greenhouse gases; an approximation/approach to measures being taken and the foreseeable impact as a result of climate change; and finally information regarding research, systematic observation and education.

### **National Circumstances**

The fact that guidelines for the National Communications that Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change are required to provide includes a chapter devoted to the precise socio-economic and geophysical circumstances of each country, is indicative of the relevance of each national context to the policy for combating climate change.

Spain has a highly decentralised **territorial power distribution system**, in which Autonomous Communities and to a lesser extent Local Entities have important competences in matters so relevant to the effects of climate change as transportation or industry. The plurality of issues in which political responsibility is shared is so great that it has been decided at national level to favour an integrated design of the policies and their later evaluation in a National Climate Council in which all sectors and administrations affected are represented.

In general terms, a significant datum for adopting decisions both on projections of demand and for identifying effective measures is that relating to **demographic evolution** in Spain. The last few decades show important changes in the trends which can be summarised as follows:

1. A considerable increase in life expectancy accompanied by a stagnant birth rate.
2. Spain has become a destination for migratory movements.
3. There has been an important process of concentration in the peninsular periphery and large urban agglomerations.
4. There is additional demographic pressure due to tourism, which tends to be concentrated both seasonally and geographically, in line with the general direction of the trends in territorial concentration and energy and service demands.

As regards the **geographical profile**, noteworthy features are the high average altitude of the peninsula (600 m), as well as the lie of the mountain systems, with a general West-East alignment (with the exception of the Iberian range and the Catalanian coastal ranges), resulting in a marked influence on the variety of climates and on such closely related topics as the paths of the **rivers** or the main roads. The soil suffers degradation processes which have their origin in inadequate or abusive uses as well as natural causes. The most serious problem suffered by Spanish **soil** is erosion and in certain cases a risk of desertification. Particularly affected are the **coastal areas**, which house 58% of the population and have a high level of industrial concentration, and constitute an essential reference for goods traffic in international

trade. In this connection it is also necessary to consider the **biological diversity** and natural heritage of Spain as a conditioning factor in the policies for combating climate change.

The Spanish **climate profile** is also rich and diverse. Located between two large masses of water (Atlantic and Mediterranean) and two continental land masses (Africa and Europe), its defining feature is its variety. The North is characterised by a temperate climate, while the Mediterranean area and inland Andalusia have a temperate climate with dry summers and mild winters. In the rest of the peninsula summers are dry and winters cold, reflecting its continental character. In the Canary Islands and the coastal areas of Murcia and Almeria the climate is dry, with very little rainfall, very mild winters and very hot summers. According to the humidity index, in Spain there are arid, semi-arid, sub-humid and humid areas. Arid zones occupy a small area and are located in some of the Canary Islands and in the area of the Tabernas desert (Almeria). Semi-arid areas are mainly the Ebro river depression, Almeria, Murcia, the south of the Jucar river basin, the head of the Guadiana river and part of the Canary Islands. Sub-humid areas are mainly located in the Duero river basin, the south of the inland basins of Catalonia, the Balearic Islands, the Guadalquivir river and along the lower mountain ranges. Finally, the humid zone encompasses the rest of the country.

The **Spanish economy** has been characterised by a growth above the EU average in expansion periods and slightly lower or decreasing rates in the depressed parts of the cycle. The actual convergence of the Spanish economy with the EU economy, which advanced from 1985 to 1991, was interrupted in 1993 as a result of the crisis of the early 90s and the slower growth of Spanish GDP. Towards the end of 1996 an upturn in growth began, at a rate below the average for the 80s, about 2.3% in Spain, and the average annual variation for 1997-2000 was 4.1%, somewhat above expectations.

As regards Spanish GDP and its components the important role played by the services sector since 1993 should be pointed out. In that year the contribution of services to GDP, together with industry, amounted to approximately 64%. Seven years later it was 76%, at the expense of a lower share by agriculture. The same analysis is based on rates of variation discloses that the years in which the Gross Added Value (GAV) generated by agriculture and industry grows less are the years in which the GAV generated by construction and industry increases more. In other words, the trends are reversed.

As regards **energy**, 1999 saw an increase in the demand of energy for transport, a moderation of industrial demand, and strong growth in demand from the residential and tertiary sector, although the average temperatures recorded were only slightly harsher than those of previous years. As regards fuels, noteworthy was the high continued growth in total consumption of natural gas (for instance, a 14.5% increase from 1998 to 1999, representing 12.7% of the final energy consumption in 1999) and the moderate growth of final consumption of oil products. Consumption of electricity for final uses increased constantly in the period 1990-1999, with particularly significant increases in tourism areas. The high increase in demand together with the generalised decrease in domestic production caused the degree of energy self-sufficiency, expressed in ktep, to fall to 25.8% in 1999.

**Transport** is characterised by the virtual absence of any relevant percentage influence of river transport, as well as the importance of technical advances and improvements in the construction of railway systems and roads. There was considerable increase and modernisation of automobiles, and an important increase in the number of kilometres of high-quality roads in use. Railway is the mean of transport for almost 13% of travellers and

approximately 50% of domestic goods transport. Maritime goods transport is of considerable specific weight in the international trade, as is air transport for international passenger traffic.

A highlight in the **waste** sector was the approval in 1999 of the National Urban Waste Plan and the implementation of the measures addressed in it, with projected investments for the period 2000-2006 of Ptas. 552,000 million.

As relates **agriculture**, there has been a progressive decrease in its relative value as a contribution to GDP. In addition, soil usage patterns and the main characteristics of Spanish livestock have changed in very few years.

Finally, another noteworthy element in the overall profile to be considered in the battle against climate change relates to the characteristics of **forest land** in Spain. In total forest land occupies almost 27 million hectares, that is, around 52% of all land. This is distributed among the various type of forest land as follows: 14.73 million hectares are tree-covered forest land, and the remaining 11,54 million hectares are considered unforested land.

### **Greenhouse gas inventories**

Greenhouse gas **inventories elaborated** in Spain are made using the CORINAIR methodology (European project currently coordinated by the European Environmental Agency).

The CORINAIR inventory covers practically all activities addressed in the latest version of the SNAP nomenclature (Selected Nomenclature for Air Pollution) developed in the CORINAIR project and harmonised with that of the IPCC/OECD of the Intergovernmental Panel on Climate Change and the Organisation for Economic Cooperation and Development, and that of the EMEP (European Monitoring and Evaluation Program) of the United Nations Economic Commission for Europe (UN-ECE).

In the case of Spain the reference base period used is the year 1990 for CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O and 1995 for fluorinated gases. The years considered are from 1990 to 1999.

From the reported data it can be deduced that **total emissions** in 1999 were 23.2% above those for the base year, which decreases to 13.8% when the average for the last five-year period 1995-1999 is compared with the same base year. Overall, the evolution of this index showed a continued increase during the inventoried period, with the exception of the years 1993 and 1996 in which there were reductions from the preceding year. In terms of the curve gradient, the period 1990-1996 was characterised by a more moderate increase than for the period 1996-1999. This variability of evolution seems to be circumstantially related (annual peaks and troughs) to the better or worse rainfall situation of the year considered and the parallel implication of recourse to fossil fuels for generating electricity, although other factors such as the general expansion of fuel consumption and industrial activity lie at the root of the change in gradient observed between the two aforementioned sub-periods 1990-1996 and 1996-1999.

In the **study by type of gas**, the first comment to be made is the great difference in the absolute weight of emissions between CO<sub>2</sub> as the main component, barely under 75%, and the remaining gases. In turn, within the latter, the pair formed by CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O, with shares

ranging between 24.5% and 23% depending on the years, emerges as the second most important block. In last place are the fluorinated gases, with a share of about 2.5%. Comparison of these data reveals that the CO<sub>2</sub> contribution has changed only very slightly, 73% -74%, between the weighting of the base year and those of the year 1999 and of the average for 1995-1999. The same relative stability is seen for CH<sub>4</sub>, with a range of variation of under 1%, its bracket in these periods being between 11%-12%. N<sub>2</sub>O shows a decrease in its relative contribution, which falls from 13.3% in the base year to 11.8%-11.6% respectively for the five-year period 1995-1999 and the year 1999. For fluorinated gases, the stability or slight reduction in PFCs contrasts with the significant relative increases in HFCs and SF<sub>6</sub>, although all were at low absolute levels in the year 1999, HFCs (2.5%), PFCs (0.2%) and SF<sub>6</sub> (0.05%).

Analysing the **time evolution** shows, as regards CO<sub>2</sub>, relative minima for the years 1993 and 1996, as well as the increased slope when passing from the sub-period 1990-1996 to 1996-1999, patterns that are largely reflected in the aforementioned comments on the aggregate index. The evolution of CH<sub>4</sub> is more stable throughout the period, and it shows an overall increase parallel to that of CO<sub>2</sub>. The evolution of N<sub>2</sub>O is different from the two previous gases, with a relative decrease in the sub-period 1990-1995, then growth in the following years, albeit with a variation rate that sets its level in 1999 at the same point as in 1996. As regards fluorinated gases, there are differences between the evolution of PFCs, stable-decreasing, and that of HFCs and SF<sub>6</sub>, for which after a first stable period, 1990-1993, there is a parallel increase in the period 1994-1999.

The heterogeneity of the **HFCs and PFCs subgroups** as regards the individual gases included therein makes it particularly difficult to generalise the comments. However, as regards the outlook for future evolution there seems to be a stabilisation in emissions from production and a significant increase in emissions from consumption activities. For the three remaining gases, the increases between 1990 and 1999 by CO<sub>2</sub> (24.3%) and CH<sub>4</sub> (29.6%), are only partially offset by the moderate increase in N<sub>2</sub>O (6.7%) in determining the weighted variation rate (23.2%) of aggregate emissions.

The **study by activity sector** reveals in first place the dominant contribution of the energy group, with a weight ranging between 70% in 1990 and about 71% both for the average of 1995-1999 and in 1999. In second place, although far behind the previous group, is the contribution of agriculture with shares of around 17% in the base year and around 15% for the five-year period 1995-1999 and for 1999. The third most important group is industrial processes (excluding the combustion activities included in the energy group), the contribution of which stands at about 8.5%, without significant fluctuations. The waste treatment and disposal group had a relative increase, with its contribution growing from 3.7% in the base year to about 4.8% for the average and in the last year of the sub-period 1995-1999. Lastly the marginal and stable contribution of 0.5% of the group of use of solvents and other products should be mentioned, which is relatively unrelated to direct greenhouse effect gases as its essential contribution relates to NMVOC.

As regards the **time evolution by sector**, this can be summarised by commenting that it is possible to differentiate the evolutions on the one hand of the energy and industrial processes group, which in 1999 was about 25% above the base year, the waste treatment group which in that year reached a level of over 58% with respect to the reference year, and beneath these and slightly reducing the contribution of the former to the increase in aggregate emissions, comes the agricultural sector with an increase of about 7% with respect to the base year.

### **Policies and measures**

A sector of great importance in this chapter is **energy**. Electricity Industry Law 54/1997 considers the close relationship of energy and the environment: specifically, the impact of electric power generation on CO<sub>2</sub> emissions. The goal of making liberalisation compatible with environmental protection is made manifest by:

- 1) A special regime of electric power production for plants with high energy efficiency, for those using waste and for those using renewable fuels or energy sources.
- 2) A Plan for Developing Renewable Energies which includes a goal for the share of these resources in energy requirements of 12% for the year 2010, in consonance with the European Commission's White Paper on Renewable Energies.
- 3) The National Plan for Scientific Research, Development and Innovation, sectoral area of energy, in which a specific investment line (PROFIT) is established to promote more efficient and less polluting technologies.
- 4) The design and setting up of infrastructures needed to establish a basic natural gas network for electricity production and final consumption within the Iberian peninsula.

Royal Decree 2,818/1998, of 23 December –on the production of electric power by plants using renewable fuels or energy sources, waste and cogeneration – adapts the operation of this regime to the new regulations and the introduction of competition. For this purpose it creates a favourable framework in which, without limiting free competition, different situations are established for energy systems which contribute more effectively to attaining the aforementioned goals.

As regards installations based on renewable energies and waste it establishes a series of incentives without a time limit, as it is necessary to internalise the environmental benefits and since their higher costs would not enable them to compete in a free market due to their special characteristics and technological level.

The Plan for Developing Renewable Energies (*Plan de Fomento de las Energías Renovables*, PFER) for the period 2000-2010, enacted on 30 December 1999, sets ambitious development goals whereby, in accordance with the Electricity Industry Law, renewable sources will meet at least 12% of the total energy demand in 2010. This goal, in the context of increasing demand for energy, considering an average hydroelectric, wind and solar generation year, implies more than doubling the quantity to be provided by renewable energies, which in 1998 was 6.3%.

As regards the **transport sector**, and as in many other countries, this shows the highest rates of increase in absolute emissions, with levels nearly doubling the initial estimates of the mid-nineties. At present, emissions from the transport sector account for over 22% of the national total, and are increasing faster than GDP growth rates. Among the initiatives in progress to reverse this trend is the analysis and evaluation of possible measures to limit this growth. Together with this can be mentioned other measures of a tax nature (tax relief, differentiated tax rates for low and high octane lead-free gasoline, etc.), regulatory measures and voluntary

agreements about vehicles and emissions, measures for increasing energy efficiency by improving infrastructures, others aimed at increasing energy efficiency by improving operations or developing intermodal forms in the interurban transport system and collective urban and metropolitan transport.

Furthermore, there are two main operating measures at national level which are intended to reduce the negative impact of **industry** on the policy for combating climate change: on one hand, the PROFIT initiative, one of the purposes of which is to foster projects and actions of scientific research and technological development to reduce the generation, in both quantity and danger levels, of effluents and waste and to minimise the use of energy and the consumption of raw materials in production activities, as well as during the life cycle of products, mainly in industrial products; in addition, there is a tax regime of incentives for investments in tangible fixed assets intended to protect the environment.

As regards **waste**, it must be pointed out that this is predetermined by the legal obligations introduced by, on one hand, Law 11/1997, of 24<sup>th</sup> April on Packaging and Packaging Waste and its implementing regulations contained in Royal Decree 782/1998, of 30<sup>th</sup> April, and on the other by Law 10/1998, of 21<sup>st</sup> April on Waste. The National Plan for Urban Waste considers a number of actions, applied by specific programs or lines, evaluating the cost of the required investments and their mode of financing. In relation to emissions of CH<sub>4</sub>, the plan intends to drastically reduce them, essentially through action on landfills: environmentally sound disposal in controlled landfills, elimination of uncontrolled landfill before the end of 2006 (for the year 2006 it is estimated that around 33% of urban waste will be disposed of by landfill, and always in active landfills which must comply with the requirements of Directive 99/31/EC), existing landfills must adapt to the requirements of Directive 99/31/EC, the elimination and use of biogas from large landfills for obtaining electric power must be increased, a new technical standard will be required for building landfills and it will be necessary to seal and recover all areas degraded by uncontrolled dumping before the end of the period of the Plan.

Accordingly, the draft of the Royal Decree which transposes Directive 99/31/EC foresees in the first place that the frequency of sampling and analyses for potential gas emissions and atmospheric pressure, for content of organic matter in the waste, of CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, will be monthly during the operational stage and six-monthly during the maintenance stage, and in addition that all landfills in order to be considered a controlled landfill shall be provided, inter alia, with infrastructures to control gas emissions. In order to prevent the accumulation of gases as a result of fermentation of urban solid waste, gas capturing and evacuation chimneys must be provided if not existing in the entire landfill area. The distance between these chimneys and their depth should prevent accumulation of these gases. Depending on the landfill characteristics, these gases can be treated and/or used.

Another sector which requires specific measures to limit greenhouse effect gas emissions is the **agricultural sector**. In this context, the measures applied may be included in one of the following groups: those directed towards maintenance and development of the geographical information systems required to detect emission problems and monitoring of their evolution over time, as well as evaluation of the effectiveness of the corrective policies applied; those intended to maintain and increase R&D efforts so that investments can be optimised by improved knowledge of the scenarios and processes, those intended to establish specific measures to permit reduction of GHGs in each geographical area; and, finally, those intended to establish coordinated actions with other production sectors that make it possible to use the capacity of the agricultural sector to absorb by-products from other activities without

generating additional problems for this sector. A particularly noteworthy additional factor is the high extensification level of our ruminant livestock (whereby a reduction in methane emissions from enteric fermentation must be related to reducing the number of head, which in turn would result in other problems) and of Spanish agriculture (whereby the remaining margin for reducing emissions must be conditioned to the action plans and the rules of the Good Agricultural Practice Code), as well as the will to increase correct management of waste and manure from intensive cattle raising, and the suppression of burning crop waste in fields.

**Forestry policy** interacts with the battle against climate change mainly on the basis of the sink effect or absorption of carbon. The measures in progress with most effect on this are: investments in forest hydrology regarding hydrologic correction; protecting basin heads; and counteracting dragging and flooding by carrying out civil engineering works, forestry restoration and improved retention capacity of existing vegetation; forest management and development actions; monitoring plagues and harmful agents and atmospheric pollution; fighting forest fires by the Priority Action Plans against Forest Fires (*Planes de Acciones Prioritarias contra los Incendios Forestales*, PAPIF); fighting desertification by the National Program of Action Against Desertification (*Programa de Acción Nacional contra la Desertificación*, PAND). Coordinated within the scope of the upcoming Spanish Forestry Plan are most notably the increase in wooded area, forestation of agricultural land and forestry management operations, to which must be added initiatives for operational monitoring and research.

### **Projections and global effect of policies and measures**

During 1999, coinciding with the creation of the Plan for Development of Renewable Energies, the Prospective Energy Group updated the simulation of energy consumption and associated CO<sub>2</sub> emissions by considering two new scenarios with a time horizon in the year 2010: Trend Scenario and Base Saving Scenario. When the simulation was performed, the last year for which energy consumption data were available, broken down by sources but not by sectors, was 1998. The simulation was run for 2000, 2005 and 2010, using as a reference the data on energy consumption for 1990 and 1995.

The **Trend Scenario** corresponds to so-called "**with measures**" projections, as it considers, as does the other scenario, the same development of renewable energies (in absolute terms) as that included in the Plan for Development of Renewable Energies approved in late 1999.

The **Base Savings Scenario** would correspond to "**with additional measures**" projections, as in addition to renewable energy goals this scenario assumes and requires a substantial increase in energy efficiency actions, with improvements in all sectors with respect to those applied during the decade of the nineties. This is recognised in the Plan for Development of Renewable Energies, which associates its development objectives with this scenario so that these sources will reach at least 12% of the primary energy consumption in 2010.

The evolution of CO<sub>2</sub> emissions of energy origin in the Trend Scenario (with measures projections) predicts an overall increase of 48% between 1990 and 2010, with strong increases in transport (73%), the services sector (77%) and the residential sector (65%), with transport due to its high emissions level and fast growth being the sector which contributes the most to the increase in CO<sub>2</sub> associated with this scenario.

Both the Trend Scenario and the Base Savings Scenario consider in their hypotheses that the ambitious objectives of the Plan for Development of Renewable Energies are attained, the increase of which until the year 2010 would prevent, among other things, the emission to the atmosphere in that year of a large volume of carbon dioxide emissions, between 19.5 and 41.5 million tons of CO<sub>2</sub>, and this has an already discounted effect on the increase in the energy emissions of this gas in the two scenarios simulated of between 9 and 20 percentage points by the year 2010. Development of these sources is therefore a key element in the mitigation of GHG emissions.

In the Base Savings Scenario the overall increase of emissions between 1990 and 2010 is 28%, with important increases, albeit well below those of the other scenario, in services, transport and the residential sector. In this scenario transport is also the main culprit for increased total emissions of CO<sub>2</sub>. Worth noting is the reduced increase of emissions attributed in the Base Savings Scenario to the electricity generation sector (9%).

### **Vulnerability assessment, climate change impacts and adaptation measures**

The influence of climate change on exploitation systems of **water resources** functions in two successive stages. In the first place, modification of atmospheric conditions induces a change in the natural water cycle –of natural water resources-, which will imply changes in the quantity and seasonality of water flows and their quality. Secondly, this hydrological and atmospheric modification can affect the various water requirements and influence the use of water in the exploitation systems, their infrastructures and their rules of management.

A first analysis performed in Spain has consisted of studying how these climate changes can affect the average annual runoff in the natural regime in the various territorial areas of water planning. An estimate of this impact makes it possible to make reasonable assumptions on the series of natural contributions or total water resources of rivers, and to thus obtain design series which, when introduced in models for exploitation systems, provide an estimate of the effect of climate change on our water systems.

The analysis performed found that the south-east of the peninsula, the Guadiana river basin, the Ebro basin and the Spanish islands are the areas where the impact on water resources will be most severe.

An average overall figure representative of the reduction in contributions in the various territorial areas and projected to the second water-planning horizon (corresponding to a twenty year period, that is, until 2020) is on the order of 5-6%. The effect that this reduction in natural resources might have on the available resources in the peninsula has been evaluated overall at about 4%.

In addition, integrated management plans for water resources constitute a basic element within the strategies for adapting to climate change. Volume III of the documentation of the National Water Plan, Law 10/2001 of 5 July (Analysis of Water Systems) introduces reduced contributions as a climate change hypothesis, analysing the effect of these reductions on management planning.

The overall conclusion of the study is that the series of annual circulations is not significantly affected by reduced natural contributions, although it must be admitted that more demands

proper to the basin might fail. In deficitary basins the possibility of savings and demand management have been considered, as well as the sensitivity of the system to possible effects of climate change.

As regards the **expected effects on the coastline** due to climate change, the starting point used is that one of the main consequences of climate change in its present tendency toward increased temperatures, would be a higher sea level, mainly due to the thawing of the polar ice caps. On the coastline this increase would have catastrophic effects in the medium and long term, as it would imply the disappearance of a substantial part thereof, with consequences for both the environment and the persons living there.

It may be that the accumulated rise levels to date are not directly responsible for the erosion of the coastline, but they may have worsened this phenomenon. There is no unanimous opinion about the intensity of this rise, but one figure being handled is a hypothetical rise in the sea level of 5 mm yearly. One of the coastal formations that would suffer most would without doubt be the beaches. A 10 cm rise requires about 30 m<sup>3</sup> of sand per linear meter of beach for the beach to be maintained. Some beaches do not have this amount of emerged sand, which would result in their disappearance. This has been or would be the case with some of the most emblematic beaches of the Spanish Mediterranean coast.

Of the approximately 9,000 km of the Spanish coastline, 3,000 km are beaches, that is, coasts formed by sedimentary material (sand, gravel or silt). Currently, a large number of Spanish beaches are regressing, so that their maintenance requires an artificial addition of sediment, usually sand, at an average of 3m<sup>3</sup>/lm (three cubic meters of sand per linear meter of beach) to compensate for a rise of one centimetre.

If it is true that the current rise rate is 5 mm/year, 1.5 m<sup>3</sup>/year are required for each linear meter of the 3,000 km of Spanish beaches, and therefore 4.5 million m<sup>3</sup> of sand would be required each year just to offset the effect of rising sea levels. If this sand is not provided periodically, the submerged beach will find a new equilibrium. However, it is not possible to maintain indefinitely a policy of constant additions unless the beach is backed by sufficiently high and stable land. Otherwise, the beach will finally collapse and the land behind it will be flooded. On the other hand, if a strategic retreat is planned and the gradual regression of the beach is allowed, the adverse economic effects may be limited.

Other possible consequences are: in aquifers near the coast, filtration of salt water; in river delta areas, in addition to the regression of the coastline (in a delta this is qualitatively similar to that of beaches but quantitatively much more significant due to the greater instability of the profile), flooding of lower-lying areas; in estuaries, most notable would be the hydrological and salinity changes, with the consequent influence on ecosystems and on the individuals living there. Likewise, serious consequences would arise for urbanised and agricultural areas next to the shore, as might be the case for example in certain areas of Valencia and Castellon.

Among the adaptation measures intended to fight coastal erosion are the following: expropriation of critical land affected by erosion processes in order to allow its free evolution; creation of coastal defence structures, albeit with a tendency to avoid rigidization of the coast, so that these are only created when absolutely necessary and after an environmental study indicating that the overall environmental balance is positive; regeneration of beaches, with the same criteria as in the previous point; dismantling artificial barriers to sediment transport. Among those intended to improve the quality of life and the environment of the coast, the

work for the environmental recovery of coastal areas degraded by both natural and artificial factors is most noteworthy.

In view of the ecological and socio-economic importance of coastal areas, Integral Management of Coastal Areas is one of the top priorities among public policies affecting the objectives of combating climate change and adapting to it. A key factor will be the National Strategy for Integral Management of Coastal Areas.

Finally, as regards the studies on vulnerability, mention must be made of the development of the “Model for Aiding Coastal Management”, one of whose parts contains the “Flooding Atlas of the Coastline”. This Atlas includes the determination by modelling of the flooding levels for the Spanish peninsular coastline and is very useful for predicting the effects of a rise in sea level.

Among the impacts of climate change observed in **forests and agriculture**, the following stand out: decay processes associated with extreme climatic events; plant species that hitherto were in an optimal distribution area are now in limit situations; others with greater ecological elasticity are becoming dominant and even displacing other species; changes in the behaviour of certain plagues and diseases; alterations in phenologic behaviour and unusual phenologic behaviours; the high recurrence of fires coinciding with unusual climatic events, resulting in irreversible soil loss that makes the return of the original vegetation impossible; the progressive reduction of available water resources in crop areas; unpredictable crop losses due to extreme climatic events; certain plagues and diseases may in the near future change their areas of distribution.

Among adaptation measures in progress in forested areas, the following stand out: favouring reforestation and afforestation of degraded land, as well as biological diversity; the development of predictive models for orientating the planning of forestry restoration programs and the development of a specific Mediterranean forestry, adapted to the climatic and biological conditions of forest land, to include the establishment of criteria for preventing fires in the framework of a Mediterranean forestry; favouring management measures which force the productivity of wooded land in general and Mediterranean woodland in particular, as well as the accumulation of carbon in more stable organic fractions, avoiding the disappearance of specific areas of carbon accumulation such as moors and wetlands.

Other adaptation measures specifically applicable to the agricultural sector are: selection of varieties that are sturdier or more resistant in the face of extreme climatic events or promoting biological agriculture techniques in the broad sense.

### **Financial resources and technology transfer**

Contributions to the pilot stage of the Global Environmental Fund (GEF) were fully paid in 1997. The contribution was 10 million Special Drawing Rights (SDR) paid in four payments beginning in 1994. In 1994 12.36 SDR or PTAs. 2,180.1 million were committed to the restructured GEF or GEF-1, which were paid almost in full in 1997 (of the PTAs. 2,180.1 million only one payment was made in 1998 for the amount of PTAs. 545,025,000).

In 1999, 12.03 million SDR or Euros 14,806,894.8 were contributed in the framework of GEF-2.

As regards bilateral and regional financial contributions, in the first place it should be mentioned that there is no systematised inventory to record development cooperation projects so as to allow the creation of a complete listing of the resources and number of projects expressly intended to contribute to the fulfilment of the Framework Convention on Climate Change. However, it is possible to indicate the geographical areas in which our development co-operation concentrates: Latin America and the Mediterranean area.

As regards the ARAUCARIA (Latin America) program, the actions of the program are perhaps more related to the Convention of Biological Diversity; total contributions to this program in the year 2000 amounted to PTA 1,097.6 million. On the other hand, the data for countries of the Mediterranean area are much more consistent with the aims of the UNFCCC. The projects and resources allocated to this geographical area could almost entirely be considered as direct contributions to achieving the goals of the UNFCCC. In this case, the financing amounted to PTAs. 1,015.4 million in the year 2000.

Finally, the pertinent chapter of the National Communication includes, as additional data, the list of credits of the *Aid Development Fund* which directly or indirectly affect climate change control and/or adaptation to its effects.

### **Research and systematic observation**

In Spain the National Meteorology Institute (INM) is the Agency in which the highest concentration of **research** work related to climate change is to be found. Among the most relevant projects in progress at the Institute, or finished after 1997, are the following:

1. Studies on climate processes and systems, including paleoclimate studies. In this field can be cited the following lines of research: i) studies of the atmospheric boundary layer, with special emphasis on the study of clouds and the phenomena of the nocturnal boundary layer; ii) studies on deep convection; iii) surface processes – parameterisation of the ground-vegetation system-; iv) ultraviolet radiation and ozone; v) stratosphere-troposphere exchange processes; vi) processes associated with the Antarctic polar vortex; vii) observed spatio-temporal variability of precipitation and temperature in peninsular Spain; and viii) reconstruction and analysis of Iberian precipitation variability over the last millennium.
2. Preparation of models and forecasts, including coupled models for atmospheric and oceanic circulation. The following lines of work may be mentioned: i) dynamic downscaling tests using as a regional climate model the version of the HIRLAM model prepared by the Rossby Centre of the Swedish Meteorological Service; ii) developing statistical downscaling techniques for operational use, in order to perform forecasts in several areas of the Iberian peninsula; iii) numerical study of the climate attractor in ocean circulation models; iv) projects on perturbations of the climate system; and v) the HIRETYCS project (High Resolution Ten Year Climate Simulations, 1996-1998).
3. Research into the effects of climate change. In this field the following lines of action may be mentioned: i) participation in the creation of a geo-referenced database for studying global change in the Iberian peninsula; and ii) studies on the methodology for

evaluating impact and risks of climate change at regional level and on the economy of farms.

In addition, since 1995 and through the National R&D Plan, the State has allocated funds for climate and climate change research. Four main scientific and technical objectives were defined, with several sub-objectives: Sensors, observation methods and data of the climate system; characterisation of the climate system; study and modelling of climate system processes; repercussion of climate and climate change on socio-economic activity and natural disasters. Of the over two hundred applications submitted in the period 1995-1999 a total of 101 were approved, involving about 500 research scientists with financing of about PTAs. 677 million. In the new National Plan for Scientific Research, Development and Technological Innovation (2000-2003) the structure, unlike in the previous case, is focused on scientific-technological areas and sectoral areas. Climate and climate change research which, complying with international recommendations must continue to exist, is integrated in the scientific-technical area of Natural Resources, by means of topic priority (Atmosphere and Climate). Likewise, climate change mitigation and impact are included in other topic priorities (Marine Resources, Water Resources, Global Change and Biodiversity, Natural Hazards, Research in Antarctica and Technologies for Prevention and Treatment of Pollution).

In order to fulfil its commitments relating to climate protection, the European Union set up, from 1998, a program for financing research related to climate change. Among projects in the period 1999-2000, Spain is participating in a total of 31 projects, and is the main contractor in two of these (“Reconciliation of the Conservation of Biodiversity with Economic Development” and “Use of Existing Data and Adaptation of Existing Observational Data”). One of the most ambitious initiatives started by the DG XII (Research) of the European Union within the 5th Framework Program is the CARBOEUROPE Cluster in the program for Energy, Environment and Sustainable Development (Key Action Global Change, Climate and Biodiversity). This currently consists of 11 projects with total financing of over Euros 20 million. The purpose of the initiative is to develop methodologies for quantifying and validating the carbon balance on a continental scale (Europe) and in Brazil and Siberia. Spain participates in one of the projects (RECAB) and has one of the monitoring stations linked to CARBOEUROFLUX.

As regards activities related to **systematic observation** of the climate, we can begin by pointing out that there are several agencies in Spain that deal with the systematic observation of the component elements of the climate system. The National Meteorological Institute (INM) is the main entity responsible for atmospheric and meteorological observations. The Spanish Institute of Oceanography, together with the Public State Ports Entity, is in charge of oceanographic observations. Various academic and environmental institutions also collaborate in tasks of data collection and observation of the climate.

Spain also participates in systematic observation programs by means of sensors installed on satellites, such as in the EUMETSAT programs. This observation includes atmospheric and meteorological components at terrestrial ground level and at altitudes, as well as terrestrial components (surface albedo, temperature, ground humidity, vegetation, etc.) and oceanographic components (wave height by altimetry, roughness of the sea surface, etc.).

### **Education, training and public awareness**

The Organic Law for the General Structuring of the Educational System (*Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo*, LOGSE) addresses the development of a number of cross-sectional areas, among which is Environmental Education, which must be included in the curricula of the various educational levels.

The following examples can be mentioned: in the fourth year of Secondary Education there is an optional subject “Renewable Energies and the Environment”; the GLOBE program (Global Learning and Observation for the Benefit of the Environment) intends to deal in primary and secondary education classrooms with global environmental problems; initiatives for Primary and Secondary Education set up at local level (the program “Efficient use of energy: alternative energies and sustainable mobility” (Navarre); *Greenpeace* has promoted the creation of a network of solar powered schools, which groups together educational centres all over Spain interested in having solar photovoltaic roofs. Work has also been performed in ongoing training of teachers (e.g. courses on renewable energies organised by the CEIDA of the Basque Country Government).

There is no specific degree at Spanish universities on topics such as renewable energies or energy efficiency. There are subjects (obligatory or optional, depending on each case) in such degrees as Environmental Science, Engineering, etc.

The range of Master’s degrees, postgraduate courses, and other specialisation courses in areas related to renewable energies, energy efficiency and other related topics has increased and diversified considerably in the past few years.

Within the official training programs for professional skills there are certain vocational training qualifications (established by the Ministry of Education, Culture and Sport) which deal with education on climate change, allowing the use of alternative energies, less polluting technologies or the conservation and rational use of forests.

The Instituto Nacional de Empleo (INEM) conducts the following occupational training activities relating to the Environment and Renewable Energies:

- Preparation, experimentation and assessment of teaching media for the following occupations:
  - Environment:
    - Road Cleaning Vehicles Operator
    - Waste Treatment and Disposal Facilities Operator
    - Wastewater Treatment Plant Operator
    - Sewer Maintenance Operator
    - Sewer Maintenance Foreman
  - Renewable Energies:
    - Thermal Solar Energy System Installer
    - Photovoltaic and Wind Energy System Installer
    - Renewable Energy Systems Technician
  - Preparation of the Environmental Awareness Module, supplementary to, and a module of, the occupational training offer of the FIP Plan.

- Specialised dedication of the Huesca and Guadalajara National Occupational Professional Training Centres to the updating of sector studies and preparation of teaching media for the professional areas of Environment and Renewable Energies.

## RESUMEN PRACTICO

En este resumen práctico se pretende ofrecer una visión general de los datos más sobresalientes contenidos en la Tercera Comunicación Nacional. Información sobre las condiciones en que se desenvuelve la política de lucha contra el cambio climático, referencias a las cifras presentes en los inventarios de gases de efecto invernadero, una aproximación a las medidas en curso así como los impactos previsibles como consecuencia del cambio climático; finalmente, se presenta la información relativa a investigación, observación sistemática y educación.

### Circunstancias nacionales

El hecho de que la metodología de elaboración de las comunicaciones nacionales que las Partes del Convenio Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático están obligadas a remitir se inicie con un capítulo dedicado a las precisas circunstancias socio-económicas y geofísicas que presenta cada país es indicio de la trascendencia que tiene cada contexto nacional en la política de lucha contra el cambio climático.

España cuenta con un **sistema de distribución territorial de poder** altamente descentralizado en el que Comunidades Autónomas y, en menor medida entes locales, cuentan con importantes competencias en materias tan relevantes a los efectos del cambio climático como transportes o industria. La pluralidad de cuestiones en que la responsabilidad política es compartida es tan alta que, a nivel nacional, se ha adoptado la decisión de favorecer el diseño integrado de las políticas y su posterior evaluación en un Consejo Nacional del Clima en el que todos los sectores y administraciones afectados estén presentes.

En términos generales, un dato significativo a los efectos de la adopción de decisiones tanto de proyección de demandas como de identificación de medidas eficaces es el relativo a la **evolución demográfica** en España. En las últimas décadas se aprecian importantes cambios en las tendencias que cabe resumir de la siguiente manera:

1. Notable incremento de la esperanza de vida acompañado de un estancamiento de la tasa de natalidad.
2. España se ha convertido en país de destino de flujos migratorios.
3. Se produce un importante proceso de concentración en la periferia peninsular y en grandes aglomeraciones urbanas.
4. Existe un elemento de presión demográfica adicional debido al turismo, que tiende a concentrarse estacional y espacialmente alineándose con el sentido general de la tendencia de concentración territorial y de demanda energética y de servicios.

Con respecto al **perfil geográfico** se ha de destacar la elevada altitud media de la península (660 m) así como la disposición de los sistemas montañosos, con orientación general de oeste a este (excepto el sistema Ibérico y las cordilleras costero-catalanas), lo que origina una marcada influencia no sólo en la variedad de climas sino también en temas tan ligados como son o el discurso de los **cauces hidráulicos** o el trazado de las grandes vías. Los suelos, por su parte, presentan procesos de degradación que tienen su origen en usos inadecuados o abusivos

y en causas naturales. El problema más grave que sufre **el suelo** español es la erosión y, en ciertos casos, el riesgo de desertización. Especialmente afectado se halla el **litoral**, que concentra un 58% de la población además de soportar una alta concentración industrial y constituir un referente esencial en el tráfico de mercancías del comercio internacional. En esta misma línea, se ha de tener presente la **diversidad** biológica y el patrimonio natural de España como condicionante en las políticas de lucha contra el cambio climático.

También rico y diverso es **el perfil climático** que presenta España. Ubicada entre dos grandes masas marinas (atlántico y mediterráneo) y dos continentales (África y Europa) el rasgo definitorio de su clima es la variedad. La zona norte se caracteriza por un clima templado, la mediterránea y la Andalucía interior cuentan con clima templado de veranos secos e inviernos suaves. En el resto de la península los veranos son secos y los inviernos fríos, rasgos que reflejan su carácter continental. En Canarias y la franja costera de Murcia y Almería el clima es seco, con precipitaciones muy escasas, inviernos muy suaves y veranos muy cálidos. Según el índice de humedad, en España existen regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y húmedas. Las áridas ocupan una extensión reducida y se localizan en parte de las islas Canarias y en el área del desierto de Tabernas (Almería). Las zonas semiáridas afectan principalmente a la Depresión del Ebro, Almería, Murcia, sur de la cuenca del Júcar, cabecera del Guadiana y parte de Canarias. Las zonas subhúmedas se sitúan básicamente en la cuenca del Duero, sur de las Cuencas Internas de Cataluña, Baleares, Guadalquivir y a lo largo de las cordilleras de menor altitud. Finalmente, la zona húmeda afecta al resto del país.

La **economía española** se ha caracterizado por un crecimiento más intenso que la media comunitaria en los períodos expansivos, y por tasas algo más bajas o decrecientes en las etapas deprimidas del ciclo. La convergencia real de la economía española con la comunitaria, que estuvo avanzando desde 1985 hasta 1991, se interrumpió en 1993 como consecuencia de la crisis de primeros de los noventa y el menor crecimiento del PIB español. Hacia finales de 1996 se comenzó a apreciar un rebrote del crecimiento, a un ritmo inferior a la media de los años ochenta, alrededor 2,3% en España, situándose la variación anual media para 1997-2000 en el 4,1%, algo superior a lo previsto.

En cuanto al PIB español y a sus componentes, cabe destacar el importante papel que viene desempeñando el sector servicios desde 1993; este año, la contribución al PIB de dicho sector, junto con la industria, ascendió a aproximadamente un 64%. Siete años después, este porcentaje ascendía ya al 76%, a costa de la mermada participación de la agricultura. Si se realiza este mismo análisis en tasas de variación, se observa el siguiente fenómeno: los años en los que el Valor Añadido Bruto (VAB) generado por agricultura e industria crece menos, son en los que el VAB generado por la construcción y los servicios crece más. Esto es, las tendencias van a la inversa.

Con respecto a la **energía**, se aprecia en 1999 un aumento de la demanda energética del transporte, una moderación de la industrial y un fuerte crecimiento de la demanda del sector residencial y terciario, a pesar de que las temperaturas medias registradas han sido sólo ligeramente más severas que las de años anteriores. En relación con los combustibles, hay que destacar el alto crecimiento continuado en el consumo total de gas natural (a modo de ejemplo: 14,5% de incremento de 1998 a 1999, representando el 12,7% en la estructura del consumo de energía final en 1999) y el moderado crecimiento de consumos finales de productos petrolíferos. El consumo de electricidad para usos finales se ha visto incrementado de manera constante en el decenio de 1990-1999, siendo especialmente significativos los aumentos de las zonas turísticas. El fuerte aumento de la demanda junto al descenso

generalizado de la producción interior ha hecho que el grado de autoabastecimiento energético, expresado en ktep, haya bajado hasta el 25,8% en 1999.

**El transporte** se caracteriza por la práctica falta de influencia porcentual relevante del transporte fluvial así como por la importancia de los adelantos técnicos y mejoras en la construcción de los sistemas ferroviarios y las carreteras. Se aprecia un notable incremento y modernización del parque móvil, al igual que un importante crecimiento del número de kms de vías de alta calidad en uso. El ferrocarril sirve como medio de transporte para cerca de un 13% de viajeros y aproximadamente el 50% del transporte de mercancías nacional. El transporte marítimo de mercancías mantiene un peso específico considerable en la entrada y salida internacional de productos, al igual que el aéreo lo hace en el internacional de pasajeros.

Del sector **residuos** conviene destacar el dato relativo a la aprobación en 1999 del Plan Nacional de Residuos Urbano y la puesta en práctica de las medidas que en él se contemplan con unas inversiones proyectadas para el periodo 2000-2006 de 552.000 millones de pesetas.

En relación con la **agricultura** llama la atención la progresiva pérdida de valor relativo de ésta en la contribución al PIB. Por otro lado, las pautas de usos del suelo así como las características principales de la cabaña ganadera española se han visto modificadas en muy pocos años.

Finalmente, otro elemento destacable en el perfil general que se ha de tener presente en la lucha contra el cambio climático es el relativo a las características que presenta el **terreno forestal** en España. En total, la superficie forestal ocupa cerca de 26,27 millones de hectáreas, es decir, alrededor del 52% del total. Esta cifra se reparte entre los distintos tipos de monte de la siguiente manera: forestal arbolado 14,73 millones de hectáreas y las restantes 11,54 millones de hectáreas son consideradas forestal desarbolado.

### **Inventarios de gases de efecto invernadero**

En España la **elaboración de los inventarios** de gases de efecto invernadero se realiza utilizando como partida el inventario base CORINE-AIRE (traducción del proyecto europeo CORINAIR que coordina en la actualidad la Agencia Europea de Medio Ambiente).

El inventario CORINE-AIRE cubre prácticamente la totalidad de las actividades contempladas en la versión más actualizada de la denominada nomenclatura SNAP (acrónimo inglés de Selected Nomenclature for Air Pollution) desarrollada en el proyecto CORINAIR y que ha sido armonizada con la de IPCC/OCDE del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, y la de EMEP (acrónimo inglés de European Monitoring and Evaluation Programme) de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (CEPE).

Como período base de referencia se toma, para el caso español, el año 1990 para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O y el año 1995 para los gases fluorados. El intervalo de años considerado se extiende de 1990 a 1999.

Los datos observados permiten deducir que las **emisiones totales** se sitúan en 1999 en un 23,2% por encima del año base, valor que se reduce a un 13,8% cuando se compara la media

del último quinquenio, 1995-1999, con el mismo año base. En conjunto la evolución del índice ha venido marcada por un crecimiento sostenido en el período inventariado, excepción hecha de los años 1993 y 1996 en que se registran descensos respecto al año anterior. En términos de pendiente de la curva, el intervalo 1990-1996 se caracteriza por un crecimiento más moderado que el correspondiente al intervalo 1996-1999. Esta variabilidad de la evolución parece estar puntualmente (puntas/valles anuales) relacionada con la mejor o peor hidraulicidad del año considerado y la implicación paralela del recurso a los combustibles fósiles para la producción de electricidad, si bien otra serie de factores adicionales como la expansión general del consumo de combustibles y de la actividad industrial están en la base del cambio de pendiente observado entre los dos subintervalos temporales antes indicados, 1990-1996 y 1996-1999.

Al efectuar el **examen por tipo de gas** la primera observación que se ha de destacar es la gran diferencia que en el peso absoluto de las emisiones se advierte entre el CO<sub>2</sub> como componente dominante, sólo ligeramente por debajo del 75%, y el conjunto de los restantes gases. A su vez, dentro de éstos, el par formado por el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O, con una cuota oscilante, según años, entre el 24,5% y el 23% se configura como un segundo bloque en importancia. Finalmente aparece el conjunto de los gases fluorados con una participación en torno al 2,5%. Al comparar estos datos se puede apreciar cómo la contribución del CO<sub>2</sub> ha mostrado sólo una muy tenue variación, 73% -74%, entre la ponderación del año base y las correspondientes tanto al año 1999 como a la media del quinquenio 1995-1999. La misma estabilidad relativa puede observarse para el CH<sub>4</sub>, con un rango de oscilación inferior al 1%, pues su horquilla para dichos periodos se sitúa entre el 11%-12%. El N<sub>2</sub>O refleja una caída de su contribución relativa que pasa del 13,3% en el año base a 11,8%-11,6% respectivamente en el quinquenio 1995-1999 y en el año 1999. Para los gases fluorados, la estabilidad o ligera disminución de los PFCs, contrasta con los significativos incrementos relativos en los HFCs y el SF<sub>6</sub>, si bien todos ellos se mantienen dentro de unos niveles absolutos bajos en el año 1999, HFCs (2,5%), PFCs (0,2%) y SF<sub>6</sub> (0,05%).

Al analizar la **evolución temporal**, destacan, en relación con la del CO<sub>2</sub>, los mínimos relativos de los años 1993 y 1996, así como el incremento de la pendiente al pasar del subintervalo 1990-1996 al 1996-1999, pautas que se reflejan en gran medida en la evolución ya comentada del índice agregado. La evolución del CH<sub>4</sub> es más uniforme a lo largo de todo el período y, en conjunto, muestra un crecimiento paralelo al del CO<sub>2</sub>. El N<sub>2</sub>O sigue una evolución distinta a la de los dos gases anteriores con un descenso relativo en el subintervalo 1990-1995, pasando a crecer en los años posteriores pero con una tasa de variación que sitúa su nivel en el año 1999 a la misma cota que en el año 1996. En cuanto a los gases fluorados se aprecian diferencias entre la evolución de los PFCs, estable-decreciente, y la de los HFCs y SF<sub>6</sub>, para los que tras un primer intervalo estable, 1990-1993, se observa un crecimiento paralelo en el intervalo 1994-1999.

La heterogeneidad de los **subgrupos HFCs y PFCs** en cuanto a los gases individuales que en ellos se incluyen hace particularmente difícil la generalización de los comentarios. Ahora bien, con respecto a las perspectivas de evolución futura, parece apuntarse una estabilización en las emisiones procedentes de la producción y un crecimiento significativo en las emisiones procedentes de las actividades de consumo. Para los tres gases restantes, los incrementos experimentados entre el año 1990 y el año 1999 por el CO<sub>2</sub> (24,3%) y por el CH<sub>4</sub>, (29,6%) son sólo parcialmente compensados por la moderada subida del N<sub>2</sub>O (6,7%) en la determinación de la tasa de variación ponderada (23,2%) del agregado de emisiones.

Al efectuar el **examen por sector de actividad**, destaca en primer lugar la contribución dominante del grupo de la energía con un peso que oscila entre 70% en el año 1990 y en torno al 71% tanto en la media del quinquenio 1995-1999 como en el año 1999. En segundo lugar, aunque a gran distancia del grupo anterior, se sitúa la contribución de la agricultura, con cuotas que oscilan en torno al 17% en el año base y alrededor del 15% para el quinquenio 1995-1999 y el año 1999. El tercer grupo en importancia lo constituyen los procesos industriales (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo energía), y cuya contribución se sitúa sin grandes oscilaciones en torno al 8,5%. El grupo de tratamiento y eliminación de residuos experimenta un crecimiento relativo pasando su contribución del 3,7% en el año base a cifras en torno al 4,8% en la media y en el último de los años del subintervalo 1995-1999. Finalmente, queda por mencionar la contribución marginal y estable, 0,5%, del grupo uso de disolventes y otros productos, que está relativamente poco relacionado con los gases de efecto invernadero directo pues su contribución esencial corresponde a los COVNM.

En cuanto a la **evolución temporal por sectores**, cabe decir, a modo de resumen, que es posible distinguir las evoluciones por un lado del grupo de la energía y de los procesos industriales que se sitúan en el año 1999 en torno al 25% por encima del año base, el grupo de tratamiento de residuos que alcanza en dicho año un nivel superior al 58% respecto al año de referencia, y por debajo de los anteriores, minorando ligeramente la contribución de los anteriores al crecimiento del agregado de emisiones, el sector agrícola con un incremento en torno al 7% respecto al año base.

### **Políticas y medidas**

Un sector de gran peso en este capítulo es el de la **energía**. La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico tiene en cuenta la estrecha relación de la energía con el medio ambiente; en particular, la incidencia de la generación de energía eléctrica en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Este objetivo de compatibilizar liberalización y preservación ambiental se pone de manifiesto con el establecimiento de:

- 1) Un régimen especial de producción de energía eléctrica para instalaciones de gran eficiencia energética, para las que utilizan residuos y para las que usan recursos o fuentes de energía renovables.
- 2) Un Plan de Fomento de las Energías Renovables que recoge un objetivo de participación de este tipo de recursos en las necesidades de energía del 12% para el año 2010, en consonancia con lo marcado por el Libro Blanco de las Energías Renovables de la Comisión Europea.
- 3) Plan I+D+I energético (2000-2003) con la creación de una línea especial de financiación (PROFIT) a la promoción de tecnologías de sistemas energéticos más eficientes y menos contaminantes.
- 4) Diseño y construcción de las infraestructuras necesarias para la creación de una red básica de gas natural tanto para la generación de electricidad como para su consumo final en la Península Ibérica.

El Real Decreto 2.818/1998, de 23 de diciembre -sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración-, adecua el funcionamiento de dicho régimen a la nueva regulación e introducción de la competencia. Para ello crea un marco favorable en el que, sin limitar la libre competencia, se establecen situaciones diferenciadas para aquellos sistemas energéticos que contribuyen con mayor eficacia a alcanzar los objetivos antes señalados.

En lo que se refiere a instalaciones basadas en energías renovables y de residuos, establece una serie de incentivos sin límite temporal, debido a que se hace necesario internalizar sus beneficios ambientales y a que, por sus especiales características y nivel tecnológico, sus mayores costes no les permite la competencia en un mercado libre.

El Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) para el período 2000-2010, aprobado el 30 de diciembre de 1999, establece unos ambiciosos objetivos de desarrollo para que, de acuerdo con la Ley del Sector Eléctrico, las fuentes renovables cubran al menos el 12% de la demanda total de energía en el año 2010. Este objetivo, en un contexto de crecimiento de la demanda energética, considerando el año hidráulico, eólico y solar medio, implica multiplicar por más de dos la cantidad que deben aportar las energías renovables, que en 1998 fue del 6,3%.

En cuanto al **sector del transporte**, al igual que en otros muchos países, presenta los mayores índices de crecimiento de las emisiones, con niveles que casi duplican las estimaciones iniciales de mediados de los noventa. En estos momentos, las emisiones del sector del transporte superan el 22% del total nacional, creciendo a ritmos superiores a los del PIB. Entre las iniciativas en marcha para invertir la tendencia, se encuentra el análisis y evaluación de las posibles medidas para limitar dicho crecimiento. Junto a ello pueden enumerarse otras de tipo fiscal (deducciones, tipos impositivos diferenciados para las gasolinas sin plomo de bajo y alto octanaje, etc.), medidas reglamentarias y acuerdos voluntarios sobre vehículos y emisiones, medidas de incremento de la eficiencia energética por mejora de infraestructuras, otras que tienen por objeto el incremento de la eficiencia energética por mejora de operaciones o bien el fomento de la intermodalidad del sistema de transporte interurbano y del transporte colectivo urbano y metropolitano.

Por otro lado, existen dos principales medidas operativas que, en el ámbito nacional, tienen por objetivo reducir los impactos negativos que **la industria** genera en la política de lucha contra el cambio climático: por un lado, la iniciativa PROFIT, que tiene por finalidad, entre otras, el fomentar la realización de proyectos y actuaciones de investigación científica y desarrollo tecnológico dirigidos a disminuir la generación, en cantidad y en peligrosidad, de efluentes y residuos y a minimizar el uso de energía y el consumo de materias primas en las actividades de producción, así como durante el ciclo de vida de los productos, prioritariamente los industriales; por otro, el régimen fiscal de incentivos a inversiones realizadas en bienes del activo material destinadas a la protección del medio ambiente.

En materia de **residuos** se ha de señalar que la política 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 Residuos. El Plan Nacional de Residuos Urbanos contempla una serie de actuaciones, aplicadas mediante líneas o Programas específicos, evaluándose el coste de las inversiones necesarias y su forma de financiación. En relación con las emisiones de CH<sub>4</sub>, el plan persigue su drástica reducción a través, esencialmente, de la acción sobre vertederos: eliminación ambientalmente

correcta en vertederos controlados, eliminación de los vertidos incontrolados antes de finales del año 2006 (para el año 2006, se calcula que se eliminarán por vertido alrededor del 33% de los residuos urbanos y siempre en vertederos en uso que han de cumplir lo establecido en la Directiva 99/31/CE), los vertederos existentes han de adaptarse a la Directiva 99/31/CE, se ha de incrementar la eliminación y aprovechamiento del biogás de grandes vertederos para la obtención de energía eléctrica, será necesaria nueva norma técnica para la construcción de vertederos y, habrá de procederse al sellado y recuperación de todas las zonas degradadas por vertidos incontrolados antes del final del periodo de vigencia del Plan.

En coherencia, el borrador de Real Decreto por el que se traspone la Directiva 99/31/CE prevé, en primer lugar, que la frecuencia de toma de muestras y análisis para las emisiones potenciales de gas y presión atmosférica, para el contenido de materia orgánica en el residuo, del CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, será mensual en fase de explotación y semestral en la fase de mantenimiento y, además, que todo vertedero, para ser considerado como controlado, deberá disponer, entre otras, de infraestructura para controlar la emisión de gases. Para evitar la acumulación de gases, que se producen como consecuencia de la fermentación de los RSU, se deberán ejecutar, si no existen, chimeneas de captación y evacuación de gases en toda el área del vertedero. La distancia entre chimeneas, así como su profundidad, debe garantizar la ausencia de acumulación de dichos gases. Dependiendo de las características del vertedero, estos gases podrán tratarse y/o aprovecharse.

Otro sector en el que es necesaria la aplicación de medidas específicas para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero es el **sector agrario**. En este contexto las medidas aplicadas pueden incluirse en alguno de los siguientes grupos: las destinadas al mantenimiento y desarrollo de los sistemas de información geográfica necesarios para la detección de los problemas de emisión y seguimiento de su evolución temporal así como la evaluación de la eficacia de las políticas correctoras aplicadas, las que tiene por finalidad mantener y aumentar el esfuerzo inversor en I+D de manera que sea posible optimizar las inversiones a través de un mejor conocimiento de los escenarios y los procesos, aquéllas cuyo objetivo consiste en establecer medidas concretas que permitan la reducción de emisiones de GEI en cada área geográfica y, finalmente, las que persiguen establecer actuaciones coordinadas con otros sectores productivos que permitan, sin generar problemas adicionales para el sector agrario, utilizar la capacidad que éste tiene para absorber subproductos procedentes de otras actividades. Como información adicional especialmente sobresaliente se ha de destacar por un lado, el elevado nivel de extensificación de nuestra ganadería de rumiantes (por lo que la reducción de las emisiones de metano debidas a la fermentación entérica ha de ligarse a la disminución del número de cabezas, -lo que, a su vez, produciría otro tipo de problemas-) y de la agricultura española (por lo que el margen que reste para la reducción de las emisiones ha de estar condicionada a los planes de acción y las reglas del Código de Buenas Prácticas Agrarias), por otro, la voluntad de incrementar el manejo correcto de los residuos y estiércoles de la ganadería intensiva así como la eliminación de la quema de restos de cultivos en el campo.

La **política forestal**, por su parte, interactúa en la lucha contra el cambio climático sobre la base, principalmente, del efecto sumidero o de absorción de carbono. Las medidas en curso que, a nivel nacional, tienen una mayor incidencia en ello son: inversiones en hidrología forestal en materia de corrección hidrológica, protección de cabeceras de cuencas, y lucha contra los arrastres y avenidas mediante la realización de obra civil, restauración forestal y mejora de la capacidad retenedora de la vegetación existentes; acciones de desarrollo y ordenación de bosques; seguimiento de plagas y agentes nocivos y contaminación atmosférica; lucha contra incendios forestales a través de los Planes de Acciones Prioritarias

contra los Incendios Forestales (PAPIF); lucha contra la desertificación mediante el Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND). Coordinadas en el ámbito del próximo Plan Forestal Español destacan el incremento de la superficie forestal; la forestación de tierras agrarias y las operaciones silvícolas para el manejo forestal, a lo que hay que sumar las iniciativas de seguimiento e investigación en funcionamiento.

### **Proyecciones y efecto global de las políticas y medidas**

Durante 1999, coincidiendo con la elaboración del Plan de Fomento de las Energías Renovables, el Grupo de Prospectiva Energética actualizó la simulación del consumo de energía y emisiones asociadas de CO<sub>2</sub>, considerando dos nuevos escenarios con horizonte temporal en el año 2010: Escenario Tendencial y Escenario Ahorro Base. Al llevar a cabo la simulación, el último año para el que se disponía de datos de consumo de energía era 1998, con desglose por fuentes, aunque no por sectores. La simulación se hizo para los años 2000, 2005 y 2010, utilizando como referencia los datos de consumo de energía de 1990 y 1995.

El **Escenario Tendencial** se corresponde con las llamadas proyecciones "**con medidas**", pues contempla, como el otro escenario, el mismo desarrollo de las energías renovables (en términos absolutos) recogido en el Plan de Fomento de las Energías Renovables aprobado a finales de 1999.

El **Escenario Ahorro Base** se correspondería con las proyecciones "**con medidas adicionales**", pues además de los objetivos de renovables, este escenario supone y requiere una intensificación sustancial de las actuaciones de eficiencia energética, con mejoras en todos los sectores, con respecto a las aplicadas durante la década de los noventa. Así se reconoce en el Plan de Fomento de las Energías Renovables, que asocia sus objetivos de desarrollo con este escenario, para que estas fuentes alcancen en 2010, al menos el 12% del consumo de energía primaria.

La evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético para el denominado Escenario Tendencial (proyecciones con medidas) arroja un crecimiento global del 48% entre 1990 y 2010, con aumentos muy elevados en el transporte (73%), el sector servicios (77%) y el residencial (65%), siendo el transporte, por su elevado nivel de emisiones y su fuerte crecimiento, el sector que más contribuye al crecimiento de CO<sub>2</sub> asociado a este escenario.

Tanto el Escenario Tendencial, como el Ahorro Base, consideran en sus hipótesis que se alcanzan los ambiciosos objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables, cuyo crecimiento hasta el año 2010 evita, entre otras, la emisión a la atmósfera en ese año de un importante volumen de emisiones de dióxido de carbono, entre 19,5 y 41,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, y ello tiene un efecto ya descontado en el crecimiento de emisiones energéticas de este gas en los dos escenarios simulados de entre 9 y 20 puntos porcentuales en el año 2010. El desarrollo de estas fuentes es, por tanto, un elemento clave para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

En el Escenario Ahorro Base el crecimiento global de emisiones entre 1990 y 2010 es del 28%, con crecimientos importantes, aunque muy por debajo de los del otro escenario, en los servicios, el transporte y el sector residencial. El transporte es, también en este escenario el que mayor presión ejerce al alza sobre las emisiones totales de CO<sub>2</sub>. Cabe señalar el reducido

aumento de emisiones atribuido en el Escenario Ahorro Base al sector de generación eléctrica (9%).

### **Evaluación de la vulnerabilidad, efectos del cambio climático y medidas de adaptación**

La influencia del cambio climático sobre los sistemas de explotación de **recursos hídricos** opera en dos fases sucesivas. En primer lugar, la modificación de las condiciones atmosféricas induce una modificación del ciclo hidrológico natural - de los recursos hídricos naturales - que supondrá cambios en la magnitud y estacionalidad de los flujos de agua y de su calidad. En segunda instancia, esta modificación hidrológica y atmosférica puede afectar a los distintos requerimientos hídricos, e influir sobre la utilización del agua a través de los sistemas de explotación, sus infraestructuras y sus reglas de gestión.

Un primer análisis, que se ha llevado a cabo en España, consiste en estudiar cómo pueden repercutir esas variaciones climáticas en la escurrentía media anual en régimen natural en los distintos ámbitos territoriales de la planificación hidrológica. La estimación de este impacto permite adoptar supuestos razonables sobre las series de aportaciones naturales o recursos hídricos totales de los ríos, y obtener así unas series de diseño que, introducidas en los modelos de los sistemas de explotación, proporcionan una estimación del impacto del cambio climático sobre nuestros sistemas hídricos.

Del análisis realizado se concluye que el sureste peninsular, la cuenca del Guadiana, el valle del Ebro y la España insular, son las áreas donde el impacto sobre los recursos hídricos se manifestaría más severamente.

Una cifra media global representativa de la disminución de los aportes en los distintos ámbitos de territoriales y proyectada al segundo horizonte de la planificación hidrológica (correspondiente a un plazo de veinte años, es decir, año 2020) sería del orden del 5-6%. El efecto que esta disminución de los recursos naturales podría tener en los recursos disponibles peninsulares se ha evaluado, de modo global, en torno a un 4%.

Por otro lado, los planes integrados de gestión de los recursos hídricos constituyen un elemento básico dentro de las estrategias de adaptación al cambio climático. En el Volumen III de la documentación del Plan Hidrológico Nacional, Ley 10/2001 de 5 de julio, (Análisis de los Sistemas Hidráulicos) se introduce una reducción de las aportaciones como hipótesis de cambio climático, analizándose el efecto de estas disminuciones en la planificación de la gestión.

La conclusión general del estudio es que la serie de circulaciones anuales no se ve afectada de forma significativa por la reducción de aportaciones naturales, aunque debe admitirse que podrían fallar más demandas propias de la cuenca. En las cuencas deficitarias se han considerado las posibilidades de ahorro y gestión de la demanda, comprobándose también la sensibilidad del sistema frente a los posibles efectos del cambio climático.

En relación con **los efectos previstos en el litoral** como consecuencia del cambio climático, se parte de la base de que una de las principales consecuencias del cambio climático, en su tendencia actual hacia el incremento de la temperatura, sería la elevación del nivel del mar debido principalmente al deshielo de los polos. En el litoral dicha elevación tendría

consecuencias catastróficas a medio y largo plazo, ya que supondría la desaparición de una buena parte del mismo, con consecuencias a su vez tanto para el medio ambiente como para las personas que allí residen.

Es posible que los valores de elevación acumulados hasta ahora no sean los responsables directos de la erosión del litoral, pero sí puede que hayan acentuado dicho fenómeno. No existe unanimidad acerca de la intensidad de dicha elevación, pero una cifra que se baraja es la de una hipotética subida del nivel del mar de 5mm al año. Con ello, una de las formaciones costeras que más se resentirían serían sin duda las playas. Una subida de 10 cm. requiere de unos 30 m<sup>3</sup> de arena por metro lineal de playa para que ésta se mantenga. Hay playas que no tienen tanta arena emergida, lo que supondría su desaparición. Este ha sido o sería el caso de alguna de las playas más emblemáticas del Mediterráneo español.

De los aproximadamente 9.000 km del litoral español 3.000 son playas, es decir, costas formadas por material sedimentario (arenas, gravas o limos). Actualmente un buen número de playas españolas está en regresión, lo que significa que para mantenerse requieren de una alimentación artificial de sedimento, habitualmente arena, a una media de 3m<sup>3</sup>/ml (tres metros cúbicos de arena por metro lineal de playa) para compensar una subida de un centímetro.

Si es cierto que la velocidad actual de subida es de 5 mm/año se necesitarían 1,5 m<sup>3</sup>/año por cada metro lineal de los 3.000 km de playas españolas y por tanto 4,5 millones de m<sup>3</sup> de arena cada año, solamente para compensar el efecto de la subida del nivel del mar. Si no se lleva a cabo esta alimentación de arena de forma periódica la playa sumergida adoptará un nuevo equilibrio. Sin embargo, no es posible mantener de forma indefinida la política de alimentación constante cuando la playa no está respaldada por un territorio suficientemente alto y estable. Si no es así la playa terminará colapsando y consecuentemente el territorio de detrás de la playa será inundado. Si por el contrario se planifica una retirada estratégica y se permite el retroceso paulatino de la playa los efectos económicos adversos pueden ser limitados

Otras posibles consecuencias son: en los acuíferos próximos a la costa, filtraciones de agua salada; en zonas deltaicas, además del retroceso de la línea de costa (en un delta es cualitativamente similar al que experimentan las playas pero cuantitativamente mucho más acusado por la mayor inestabilidad del perfil), la inundación de las zonas más bajas; en los estuarios, destacarían los cambios hidrológicos y de salinidad, con la consiguiente influencia en los ecosistemas y los individuos que los habitan. Asimismo, se producirían graves consecuencias sobre las zonas urbanizadas y agrícolas contiguas al mar, como pudiera ser el caso, por ejemplo, en ciertas áreas de Valencia y Castellón.

Entre las medidas de adaptación que tienen por finalidad luchar contra la erosión en la costa se cuentan: expropiación de áreas críticas implicadas en procesos erosivos con el fin de permitir su libre evolución; realización de estructuras de defensa de costas, aún con una tendencia a evitar la “rigidización” de la costa, por lo que sólo se realizan en los casos imprescindibles y tras un estudio medioambiental que indique que el balance global medioambiental es positivo; regeneración de playas, con los mismos criterios que en el punto anterior; desmantelamiento de barreras artificiales al transporte de sedimentos. Entre aquellas destinadas a la mejora de la calidad de vida y el medio ambiente costero, destacan los trabajos de recuperación ambiental de zonas del litoral degradadas tanto por factores naturales como artificiales.

Dada la importancia ecológica y socioeconómica de las zonas costeras, la Gestión Integral de Zonas Costeras constituye una de las prioridades más relevantes entre las políticas públicas

con incidencia en los objetivos propios de la lucha contra el cambio climático y en la adaptación a este. Clave será para ellos la Estrategia Nacional de Gestión Integral de Zonas Costeras.

Finalmente, en el ámbito de la investigación sobre la vulnerabilidad destaca el desarrollo del “Modelo de Ayuda a la Gestión del Litoral”, una de cuyas partes contiene el “Atlas de Inundación del Litoral”. Dicho Atlas incluye la determinación mediante modelización de las cotas de inundación del litoral peninsular español y son muy útiles a la hora de prever los efectos de la subida del nivel del mar.

Entre los impactos del cambio climático observados en los **bosques y la agricultura**, destacan: procesos de decaimiento asociados a eventos climáticos extremos; especies vegetales que con anterioridad se encontraban en el óptimo de su área de distribución han pasado a situaciones límite; otras con una mayor elasticidad ecológica están pasando a ser dominantes e incluso desplazar a otras especies; cambios en el comportamiento de algunas plagas y enfermedades; alteraciones en los comportamientos fenológicos y comportamientos fenológicos poco usuales; la alta recurrencia de incendios coincidentes con eventos climáticos singulares, resultan en pérdidas de suelo irreversibles que hacen imposible la vuelta de la vegetación original; disminución progresiva de la disponibilidad de recursos hídricos en zonas de cultivo; pérdidas de cosecha impredecibles por los efectos de ciertos eventos climáticos extremos; algunas plagas y enfermedades pueden cambiar en un futuro próximo sus áreas de distribución.

Entre las medidas de adaptación en práctica destacan, en terrenos forestales: favorecer la reforestación y forestación de terrenos degradados así como la diversidad biológica; el desarrollo de modelos predictivos para orientar la planificación de los programas de restauración forestal y el desarrollo de una silvicultura mediterránea específica, adaptada a los condicionantes climáticos y biológicos de los montes que incluya el establecimiento de criterios de prevención de incendios en el marco de la silvicultura mediterránea; favorecer las medidas de gestión para forzar la productividad de los montes en general, y del bosque mediterráneo en particular al tiempo que la acumulación de carbono en fracciones orgánicas más estables, evitando la desaparición de áreas específicas de acumulación de carbono como turberas y humedales.

Otras medidas de adaptación, aplicables específicamente al sector agrícola, son: la selección de variedades más resistentes o robustas frente a los eventos climáticos extremos o el promover las técnicas de agricultura biológica en el sentido amplio.

### **Recursos financieros y transferencia de tecnología**

Las aportaciones a la fase piloto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) se terminaron de pagar en 1997. La aportación fue de 10 millones de Derechos Especiales de Giro (DEGs) y se pagaron en cuatro plazos a partir de 1994. En 1994 se compromete al FMAM reestructurado o GEF-1, 12,36 millones de DEGs ó 2.180,1 millones de pesetas, que se pagan casi en su totalidad en 1997 (de 2.180,1 millones de pesetas sólo un plazo se hizo efectivo en el año 1998 por valor de 545.025.000 pesetas).

En 1999 se aportaron 12,03 millones de DEGs ó 14.806.894,8 Euros en el marco del GEF-2.

En cuanto a las contribuciones financieras bilaterales y regionales, hay que empezar señalando que no se dispone de un inventario sistematizado que registre los proyectos de cooperación al desarrollo de forma que pudiera establecerse una relación completa de la cantidad de recursos y número de proyectos cuya finalidad fuera expresamente contribuir al cumplimiento de la Convención Marco sobre Cambio Climático. No obstante, cabe destacar las áreas geográficas como aquellas en las que se concentra nuestra cooperación al desarrollo: Iberoamérica y el área mediterránea.

En el caso del programa ARAUCARIA (Iberoamérica), las realizaciones del programa guardan quizás mayor afinidad con el Convenio sobre Diversidad Biológica; las aportaciones totales en este programa durante el año 2000 ascendieron a 1.097,6 millones de pesetas. Por otro lado, los datos que se refieren a los países del área mediterránea son mucho más consistentes con los fines de la CMNUCC. Casi en su totalidad, los proyectos y los recursos destinados a esta zona geográfica podrían considerarse como contribuciones directas a la consecución de los objetivos del CMNUCC. En este caso, la financiación alcanzó 1.015,4 millones de pesetas en 2000.

Finalmente, en el capítulo correspondiente de la Comunicación Nacional se ha incluido como información complementaria el listado de los créditos del *Fondo de Ayuda al Desarrollo* con incidencia directa o indirecta en la mitigación del cambio climático y/o en la adaptación a sus efectos (véase tabla 26 y siguientes).

### **Investigación y observación sistemática**

El Instituto Nacional de Meteorología (INM) es el Organismo en España donde se da la mayor concentración de trabajos de **investigación** relacionados con el cambio climático. Entre los proyectos actualmente en curso en el Instituto, o terminados con posterioridad a 1997, destacan:

1. Los estudios de procesos y sistemas climáticos, incluidos estudios paleoclimáticos. Podemos citar las siguientes líneas de investigación en este ámbito: i) estudios de la Capa Límite Atmosférica, con especial énfasis en el estudio de las nubes y de los fenómenos de Capa Límite Nocturna; ii) estudios de Convección Profunda; iii) procesos de superficie -la parametrización del sistema suelo-vegetación-; iv) Radiación Ultravioleta y Ozono; v) procesos de intercambio estratosfera-troposfera; vi) procesos asociados al vórtice polar antártico; vii) variabilidad espacio-temporal observada de la precipitación y temperatura de la España Peninsular; y viii) reconstrucción y análisis de la variabilidad de la precipitación ibérica en el último milenio.
2. La preparación de modelos y pronósticos, incluidos los modelos acoplados de circulación atmosférica y oceánica. Aquí señalaremos las siguientes líneas de trabajo: i) pruebas de "downscaling" (reducción de escala) dinámico utilizando como modelo climático regional la versión del modelo HIRLAM puesta a punto por el Centro Rossby del Servicio Meteorológico Sueco; ii) desarrollo de técnicas de "downscaling" estadístico para su uso operativo con el fin de llevar a cabo pronósticos en diversas áreas de la Península Ibérica; iii) estudio numérico del atractor climático en modelos de circulación del océano; iv) proyectos sobre perturbaciones del sistema climático; y

v) proyecto HIRETYCS (High Resolution Ten Years Climate Simulations, 1996-1998).

3. La investigación sobre los efectos del cambio climático. En este campo hay que señalar como líneas de actuación: i) participación en la elaboración de una base de datos georeferenciada para el estudio del cambio global en la Península Ibérica; y ii) estudios sobre metodología para la evaluación de impactos y riesgos del cambio climático a nivel regional y sobre la economía de las explotaciones agrarias.

Por otra parte, desde el año 1995 el Estado, por medio del Plan Nacional de I+D (investigación y desarrollo), destina fondos para la investigación del clima y del cambio climático. Se definieron cuatro grandes objetivos científico-técnicos, con diversos subobjetivos: Sensores, métodos de observación y datos del sistema climático; Caracterización del sistema climático; Estudio y modelización de los procesos del sistema climático; Repercusión del clima y del cambio climático sobre las actividades socioeconómicas y sobre los desastres naturales. De las más de doscientas solicitudes presentadas en el periodo 1995-1999, han sido aprobadas un total de 101, implicando a unos 500 investigadores, con una financiación de unos 677 millones de pesetas. En el nuevo Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003), la estructura, a diferencia del anterior, se nuclea entorno a Areas científico-tecnológicas y Areas sectoriales. La investigación del clima y del cambio climático que, atendiendo a las recomendaciones internacionales, debe seguir existiendo aparece integrada en el Area científico-tecnológica de Recursos Naturales, por medio de una prioridad temática (Atmósfera y Clima). Asimismo, la mitigación y los impactos del cambio climático están incluidos en otras prioridades temáticas (Recursos Marinos, Recursos Hídricos, Cambio Global y Biodiversidad, Riesgos Naturales, Investigación en la Antártida y Tecnologías para la prevención y tratamiento de la contaminación)

Para dar cumplimiento a sus compromisos con relación a la protección del clima, la Unión Europea ha puesto en marcha desde el año 1998 un programa de financiación de la investigación en materia de cambio climático. De los proyectos comprendidos en el periodo 1999-2000, España participa en un total de 31 proyectos, siendo en dos de ellos el contratista principal (“Reconciliación de la conservación de la biodiversidad con el desarrollo económico” y “Explotación de los datos existentes y adaptación de los datos de observación existentes”). Una de las iniciativas más ambiciosas que la DG XII (Investigación) de la Unión Europea ha puesto en marcha dentro del V Programa Marco es el Cluster CARBOEUROPE dentro del Programa Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Acción Clave Cambio Global, Clima y Biodiversidad). Comprende en la actualidad 11 proyectos con una financiación total de más de 20 Millones de Euros. El objetivo de la iniciativa es desarrollar metodologías para cuantificar y validar el balance de carbono a nivel continental (Europa), así como en Brasil y Siberia. España participa en uno de los proyectos (RECAB), y dispone de uno de los puntos de seguimiento ligado al CARBOEUROFLUX.

En cuanto a las actividades relacionadas con la **observación sistemática** del clima, empezaremos señalando que en España hay varios organismos que se encargan de la observación sistemática de elementos componentes del sistema climático. El Instituto Nacional de Meteorología (INM) es el principal ente encargado de las observaciones atmosféricas y meteorológicas. El Instituto Español de Oceanografía se encarga, junto con el Ente Público Puertos del Estado, de las observaciones oceanográficas. Instituciones académicas y medioambientales variadas colaboran asimismo en tareas de recopilación de información y observación del clima.

España participa también en programas de observación sistemática mediante sensores instalados a bordo de satélites, por ejemplo en los programas de EUMETSAT. Esta observación incluye componentes atmosféricos y meteorológicos, a nivel de la superficie terrestre y en altura, así como de los componentes terrestres (albedo superficial, temperatura, humedad del suelo, vegetación, etc) y oceanográficos (altura de oleaje mediante altimetría, rugosidad de la superficie del mar, etc).

### **Educación, formación y sensibilización del público**

La Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) contempla el desarrollo de una serie de temas transversales, entre los que se encuentra la Educación Ambiental, que deben incorporarse a los currículos de los distintos niveles educativos.

Entre otros ejemplos cabe destacar: en el cuarto curso de la Educación Secundaria se ofrece la asignatura optativa “Energías Renovables y Medio Ambiente”; el programa GLOBE (Aprendizaje y Observación Global para el Beneficio del Medio Ambiente) persigue el tratamiento en las aulas de educación primaria y secundaria de los problemas ambientales globales; iniciativas dirigidas a educación Primaria y Secundaria que se han puesto en marcha en una escala local (Programa “Uso eficiente de la energía: energías alternativas y movilidad sostenible” (Navarra); *Greenpeace* ha promovido la creación de una red de escuelas solares, que agrupa a centros educativos de toda España interesados en disponer de tejados solares fotovoltaicos. También se ha trabajado en formación continua del profesorado (p. ej.: cursos sobre energías renovables organizados por los CEIDA del Gobierno Vasco).

En las universidades españolas no existe una titulación específica sobre temas como energías renovables o eficiencia energética. Sí aparecen asignaturas (obligatorias u optativas según los casos) de licenciatura en carreras como Ciencias Ambientales, Ingenierías, etc.

La oferta de másteres, postgrados, y otros cursos de especialización sobre temas relacionados con las energías renovables, la eficiencia energética y temas afines se ha ampliado y diversificado notablemente en los últimos años.

Dentro de los programas oficiales de capacitación dirigidos a la formación de profesionales, hay algunos títulos de Formación Profesional (establecidos por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes) que inciden en la formación ante el cambio climático, al capacitar en el uso de energías alternativas, en tecnologías menos contaminantes o en la conservación y explotación racional de masas forestales.

En formación ocupacional en materia de Medio Ambiente y Energías Renovables la actividad del Instituto Nacional de Empleo (INEM) es la siguiente:

- Elaboración, experimentación y evaluación de los Medios Didácticos de las siguientes ocupaciones:
  - Medio Ambiente:
    - Operario de Vehículos de Limpieza Viaria
    - Operario de Instalaciones de Tratamiento y Eliminación de Residuos
    - Operario de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales
    - Operario en Mantenimiento de Alcantarillado

- Encargado de Mantenimiento de Alcantarillado
- Energías Renovables:
  - Instalador de Sistemas de Energía Solar Térmica
  - Instalador de Sistemas Fotovoltaicos y Eólicos
  - Técnico de Sistemas de Energías Renovables
- Elaboración del Módulo de Sensibilización Ambiental, de carácter complementario y modular de la oferta formativa ocupacional del Plan FIP.
- Dedicación especializada de los Centros Nacionales de Formación Profesional Ocupacional de Huesca y Guadalajara la actualización de Estudios Sectoriales y elaboración de medios didácticos para las áreas profesionales de Medio Ambiente y Energías Renovables.



## **CIRCUNSTANCIAS NACIONALES QUE GUARDAN RELACION CON LAS EMISIONES Y LA ABSORCION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

### **Estructura de gobierno**

Una referencia a la estructura de gobierno en España resulta indispensable para entender el modo en que los poderes públicos reaccionan frente al cambio climático, tanto en lo relativo a la limitación de las emisiones y la absorción de gases de efecto invernadero como en lo que afecta al conocimiento de los efectos que el cambio climático produce en los ecosistemas o la investigación sobre cómo reducir tales impactos.

La Constitución Española de 1978 (CE) diseña un modelo descentralizado de ejercicio del poder, relativamente abierto y poco definido. Sobre la base de las disposiciones y principios recogidos en el Título VIII CE, se construyen tres niveles territoriales: el estatal, el autonómico y el local.

Las competencias del Estado serán siempre, como mínimo, las enumeradas en el artículo 149.1 CE y, además, lo serán aquellas que no asuman de manera explícita las Comunidades Autónomas (CCAA) en sus respectivos Estatutos de Autonomía (EEAA).

Las CCAA han asumido a través de sus EEAA las competencias normativas y de gestión sobre un gran número y variedad de materias con las únicas limitaciones que se derivan del artículo 149 CE, una vez que la limitación temporal en el acceso al máximo nivel de competencia para las CCAA no históricas ha desaparecido.

Finalmente, a favor de los Entes Locales (EELL) la CE reconoce una garantía institucional de autonomía, cuyo alcance concreto dependerá de lo que el Legislador competente sobre la materia de que se trate decida.

Como resultado de lo anterior, la titularidad sobre las funciones normativas y de gestión sobre una pluralidad de materias estrechamente vinculadas con las emisiones y absorción de gases de efecto invernadero está muy fragmentada. Ello hace especialmente valioso el papel que pueda desempeñar la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, órgano de cooperación y encuentro entre el Estado y las CCAA en cuestiones ambientales integrado por el Ministro, que la preside, y los Consejeros competentes en la materia.

Para tener una idea de conjunto sobre el alcance de las competencias de cada uno de los tres niveles es necesario tener presente: la CE, los EEAA, la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases del régimen local (LBRL) y el conjunto de disposiciones que el Estado ha aprobado en ejercicio de su competencia para establecer la legislación básica en gran parte de las materias afectadas.

En consecuencia, una explicación sencilla del marco competencial relevante desde la perspectiva de la Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático puede ser la siguiente:

El Estado es competente sobre:

- bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica;
- fomento y coordinación general de la investigación científica y técnica;
- puertos y aeropuertos de interés general; control del espacio aéreo, tránsito y transporte aéreo;
- servicio meteorológico;
- ferrocarriles y transportes terrestres que discurran por más de una CA;
- legislación, ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurran por más de una CA, aprobación de los planes hidrológicos y obras hidráulicas de interés general.
- autorización de instalaciones eléctricas cuando su aprovechamiento afecte a otra CA o el transporte de energía salga de su ámbito territorial;
- legislación básica sobre la protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las CCAA para establecer normas adicionales de protección.;
- la legislación básica sobre montes, aprovechamientos forestales y vías pecuarias;
- obras públicas de interés general o cuya realización afecte a más de una CA;
- bases del régimen minero y energético;
- régimen jurídico, de protección y aprovechamiento del dominio público marítimo-terrestre derivado de la titularidad estatal sobre el mismo;
- autorización de los vertidos al mar realizados desde buques y aeronaves.

A la vista de ello, se ha creado recientemente, dependiendo del Ministerio de Medio Ambiente, la Oficina Española de Cambio Climático, responsable de la coordinación e impulso de las políticas de lucha contra el cambio climático en el marco de las competencias de dicho Ministerio. Ejerce además las funciones de secretaria del Consejo Nacional del Clima, órgano colegiado responsable del diseño y seguimiento de la estrategia frente al cambio climático, cuya composición se ha visto ampliada por Real Decreto de 1188/2001, de 2 de noviembre, con la intención de dar cabida a CCAA, EELL y representantes de la comunidad científica, las organizaciones no gubernamentales así como la patronal y los sindicatos además de los Ministerios con competencias más relevantes en materia de lucha contra el cambio climático.

Existen diferencias entre las competencias de unas y otras CCAA, no obstante, de manera simplificadora se puede decir que las Comunidades Autónomas son competentes sobre:

- ordenación del territorio, urbanismo y vivienda;
- obras públicas de interés autonómico;
- ferrocarriles y carreteras que discurran íntegramente por su territorio;
- puertos y aeropuertos que no sean de interés general;
- agricultura y ganadería de acuerdo con la ordenación general de la economía;
- normativa de desarrollo y ejecución de la legislación básica del Estado sobre montes, aprovechamientos forestales y vías pecuarias;
- normativa de desarrollo y ejecución de la legislación básica del Estado sobre medio ambiente, así como normas adicionales que incrementen los niveles o estándares de protección fijados por la normativa estatal básica;
- servicio meteorológico de la Comunidad Autónoma;
- legislación, ordenación y concesión de los recursos y aprovechamientos hidráulicos cuando las aguas discurran por cuencas hidrográficas de ámbito intracomunitario y las obras hidráulicas que no sean de interés general;

- el fomento del desarrollo económico dentro de los objetivos marcados por la política económica nacional;
- transporte que discurra íntegramente dentro del territorio de la CA;
- normativa de desarrollo y ejecución de las bases estatales sobre el régimen minero y energético;
- industria, de acuerdo con las bases y objetivos marcados por la política económica nacional;
- fomento de la investigación científica y técnica;
- autorización de vertidos desde tierra al mar.

Las competencias y funciones de las Entidades Locales en materia de medio ambiente son las que se establecen en la Legislación del Estado y en la Legislación Sectorial de las CCAA. Así, todos los municipios ejercerán competencias en los términos establecidos en la legislación del Estado y de las CCAA sobre las siguientes materias:

- promoción y gestión de viviendas;
- protección del medio ambiente;
- protección de la salubridad pública;
- recogida y tratamiento de residuos;
- transporte público de viajeros.

En todo caso, los municipios por sí o asociados deberán prestar los siguientes servicios en función de su número de habitantes:

- i) en todos los municipios: recogida, transporte y, al menos, eliminación de residuos;
- ii) en los municipios de más de 5.000 habitantes: recogida selectiva de residuos que posibilite su reciclado y otras formas de valoración;
- iii) en los municipios de más de 20.000 habitantes: extinción de incendios;
- iv) en los municipios de más de 50.000 habitantes: transporte colectivo urbano y protección del medio ambiente

En este contexto y de acuerdo con el sistema constitucional de distribución de competencias entre Estado y CCAA, destaca, por su trascendencia, el conjunto de competencias que se atribuyen a los entes locales en relación con las llamadas actividades clasificadas. En concreto, pese a su carácter preconstitucional, el Reglamento estatal de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP), que sigue siendo aplicable en aquellas Comunidades Autónomas que aún no han aprobado una normativa propia sobre el tema, contempla como competencias locales más destacadas en esta materia las siguientes:

- el control previo mediante licencias del ejercicio de las actividades reguladas así como la posibilidad de imponer medidas correctoras.
- la vigilancia para el mejor cumplimiento de las citadas actividades.
- el ejercicio de la facultad sancionadora.

Asimismo reitera la competencia de los Ayuntamientos para reglamentar en las Ordenanzas Municipales todo lo referente a los emplazamientos de las actividades clasificadas y a los demás requisitos que complementen o desarrollen el Reglamento.

## **Perfil demográfico**<sup>1</sup>

La referencia al perfil demográfico de España, en la medida en que muestra las tendencias más relevantes de evolución de la población así como la distribución geográfica de ésta, ofrece indicios relevantes sobre demanda energética, pautas de consumo, usos de suelo, etc. estrechamente vinculados a los datos sobre emisiones y absorción de gases de efecto invernadero.

Con carácter general, puede afirmarse que en las últimas décadas se aprecian importantes cambios en las tendencias demográficas de España. Junto a un notable incremento de la esperanza de vida al nacer, se ha producido un estancamiento en la tasa de natalidad (llegando a situarse a la cabeza de las más bajas de la Unión Europea, muy por debajo de la tasa de reposición) que sólo en los últimos años parece remontar tímidamente. España, por otra parte, se ha convertido, desde la década de 1980, en país de destino de los flujos migratorios. A ello hay que sumar las pautas de distribución geográfica. A la tradicional concentración de la población en la periferia peninsular y en grandes aglomeraciones urbanas, como Madrid, hay que añadir ciertas tendencias de cambio relevantes ocasionadas por efectos tan diversos como el desarrollo autonómico y consiguiente aparición de nuevas capitales urbanas, el desarrollo de las infraestructuras viarias y mejora de las comunicaciones, el efecto “vecindad” y precios del suelo como origen de la aparición de nuevas alternativas de ubicación residencial e industrial, etc.

España, a 31 de julio de 2001, cuenta con 40.265.544 habitantes censados<sup>2</sup>, lo que supone un aumento de casi 1.400.000 personas desde la misma fecha del año 1990 (38.851.322 habitantes censados), a una media de crecimiento de 120.000 habitantes/año durante el decenio largo transcurrido. Por otro lado, las proyecciones efectuadas para los próximos años (actualizadas en agosto de 2001) indican que, frente a expectativas anteriores más conservadoras, España seguirá creciendo en número de habitantes hasta alcanzar los 43.480.804 el 31 de diciembre de 2025, iniciándose a partir de entonces una paulatina disminución de los mismos. En términos relativos, España sigue siendo un país escasamente poblado, con 77hab/km<sup>2</sup> frente a la media europea cercana a las 113 hab/km<sup>2</sup>.

En cuanto a la distribución territorial de la población, se puede decir que la característica básica sería la de su irregularidad. Esta irregularidad espacial es la consecuencia de un proceso histórico de concentración territorial, informado en su origen por razón de la variabilidad espacial de recursos naturales, y por el hecho de que la actividad económica, de base fundamentalmente agraria en la mayor parte del territorio, requería poner grandes cantidades de tierra a disposición del factor trabajo.

Estos flujos migratorios se produjeron en el sentido que establecían las diferencias espaciales en el mercado de trabajo (de sur a norte), y concentraron la población básicamente en Madrid

---

<sup>1</sup> Los datos que aparecen en este apartado, salvo indicación expresa en contrario, proceden de las observaciones y proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE).

<sup>2</sup> Los datos recogidos proceden de la revisión de las estimaciones basadas en el censo de población del año 1991 a partir de las cifras observadas hasta el año 2000.

El censo de población es una operación estadística de gran tradición en España (el primer censo español data de 1769) que se realiza cada diez años y permite conocer, además de la estructura básica de la población (sexo, edad, lugar de residencia,...), otras características culturales, económicas y sociales de todos los habitantes del país referidas a un período de tiempo determinado.

De acuerdo con la legislación vigente, los próximos Censos de Población y Viviendas, correspondientes al año 2001, están en proceso de elaboración.

y en las zonas costeras –Cantábrico y Mediterráneo- del Norte y Este, produciéndose en primer lugar un desplazamiento del centro de gravedad de la población hacia el Nordeste y posteriormente hacia el Sur, con un resultado final de desplazamiento hacia el Sureste. Este desplazamiento es aún más acusado si se contabiliza la población turística.

La mayor parte de la población está concentrada en unos pocos ámbitos geográficos: el litoral mediterráneo y suratlántico (desde Francia a Portugal, incluyendo Baleares), donde ya en 1991 residía más del 20% del total español sólo en los municipios situados a menos de 5 km de la costa y más del 30% si se toma la franja de 25 km; la cornisa cantábrica (con tres centros: concentración del País Vasco y su prolongación hacia Santander, corredor norte-sur gallego y área central asturiana), donde reside casi el 8% y el 13% en ambas franjas respectivamente; la región urbana de Madrid y su área de influencia donde se asienta en torno a otro 14% de la población nacional; los valles del Ebro (hasta Zaragoza) y del Guadalquivir, y, finalmente, los territorios insulares canarios.

En definitiva, el medio físico, las circunstancias socio-económicas, el modelo de urbanización, y la configuración de las redes de comunicaciones existentes han dejado amplias áreas peninsulares muy poco pobladas y desconectadas, en las que no sólo no se espera crecimiento alguno, sino que está gravemente amenazado el mero mantenimiento de su población. No hay capacidad del sistema de asentamientos para facilitar intercambios, relaciones comerciales o propagación de innovaciones, lo que supone, en definitiva, el aislamiento y la cada vez mayor dificultad de integración de estas áreas en los sistemas económicos del resto del país. Además, el envejecimiento y despoblación de estas áreas es uno de los principales problemas para la conservación del medio rural en que se asientan.

Por CCAA, a 31 de julio de 2001, las más pobladas son: Andalucía (7.291.223 h), Cataluña (6.219.521 h), Madrid (5.217.504 h) y Comunidad Valenciana (4.093.657 h). La población de todas las Comunidades Autónomas, a excepción de cinco, ha crecido en el decenio 1990-2000 y las previsiones son que lo sigan haciendo. El número de habitantes, por el contrario, disminuye en Aragón, Asturias, Castilla y León, Galicia y País Vasco. Estos datos, sin embargo, han de matizarse en relación con determinadas provincias en los que la tendencia no coincide con la global de la región.

La combinación de los factores esperanza de vida y tasa de natalidad ofrece unas pirámides de población abultadas en los grupos de edad intermedios y cada vez más estrechas en la base y ensanchadas en la cima. Las proyecciones hasta ahora manejadas eran especialmente alarmistas, si bien se tiende a introducir correcciones como consecuencia de la recuperación advertida en el número de nacimientos.

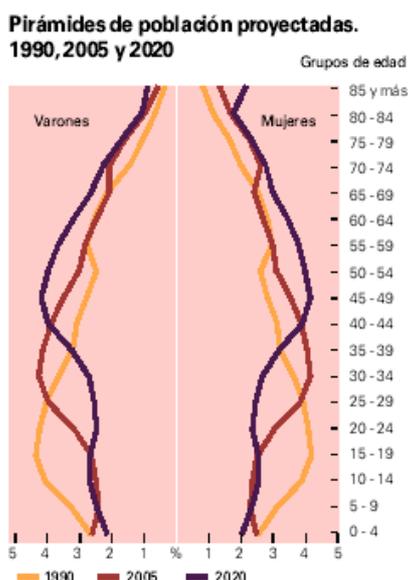


Figura 1: Pirámides de población.  
Fuente: INE:

El principal cambio en las tendencias demográficas en los últimos años ha sido, como se ha dicho, el atinente a los movimientos migratorios procedentes del exterior. España ha pasado de ser país exportador en las décadas de 1950 y 1960 a convertirse en destino de nacionales de terceros países a partir de la década de 1980, situación ésta que se agudiza en los últimos años de la década de 1990 y en el año 2000.

Este dato se refleja especialmente en las proyecciones calculadas a partir del Censo de Población de 1991, establecidas bajo el supuesto de un flujo anual de entradas del exterior constante e igual a 35 mil personas, durante todo el período de proyección, de acuerdo con las cifras que se venían registrando. Sin embargo, a partir del año 1998, la comparación de los flujos proyectados con los observados refleja un déficit en los primeros que es especialmente significativo en el año 2000, debido al extraordinario incremento experimentado por las llegadas de extranjeros.

Así, suponiendo nulas las salidas de españoles al extranjero, y centrándonos en las entradas del extranjero, se detecta una rápida evolución entre las 51.652 entradas registradas en 1996 (de las que 19.407 se suponen de españoles) y las 360.293 de 2000 (de las que sólo 24.845 se imputan a españoles)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>Las cifras se obtienen a partir de la Estadística de Variaciones Residenciales (EVR), considerada la fuente de información más adecuada, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, a la vista de los flujos recogidos para el seguimiento de las mismas salvo para las entradas de españoles para los años 1998, 1999 y 2000, en que se tienen en cuenta las cifras padronales. El Padrón municipal es el registro administrativo donde constan los vecinos del municipio. Su formación, mantenimiento, revisión y custodia corresponde a los respectivos ayuntamientos y de su actualización se obtiene la Revisión del Padrón municipal con referencia al 1 de enero de cada año. El hecho de que no puedan calcularse riesgos de inmigración (independientemente de la nacionalidad) y los espectaculares cambios registrados en los dos últimos años en la llegada de inmigrantes a España, no

Finalmente, se ha de tener en cuenta el hecho de que a la presión demográfica sobre el territorio y los recursos naturales ejercida por los habitantes censados se suma la presión estacional del sector turismo. De acuerdo con datos de la Organización Mundial de Turismo, España absorbió en el año 2000 el 13.4% de la cuota de mercado en Europa; lo que supuso, para dicho año, un total de 74.437.353 entradas por frontera<sup>4</sup>. Si utilizamos, como dato indicativo de la estacionalidad y la distribución geográfica, los registros en establecimientos hoteleros, las conclusiones más relevantes que se pueden obtener son: la alta concentración de visitantes en zonas costeras y cálidas, preferentemente en el trimestre de verano. Así, por ejemplo, en 1999, se registran 10.672.332 viajeros en Andalucía, 9.884.267 en Cataluña, 7.044.671 en Baleares, 5.447.913 en Madrid, 5.067.043 en Canarias y 4.400.290 en la Comunidad Valenciana, alcanzándose un nivel de ocupación de entre el 70 y 83% de media entre julio y septiembre.

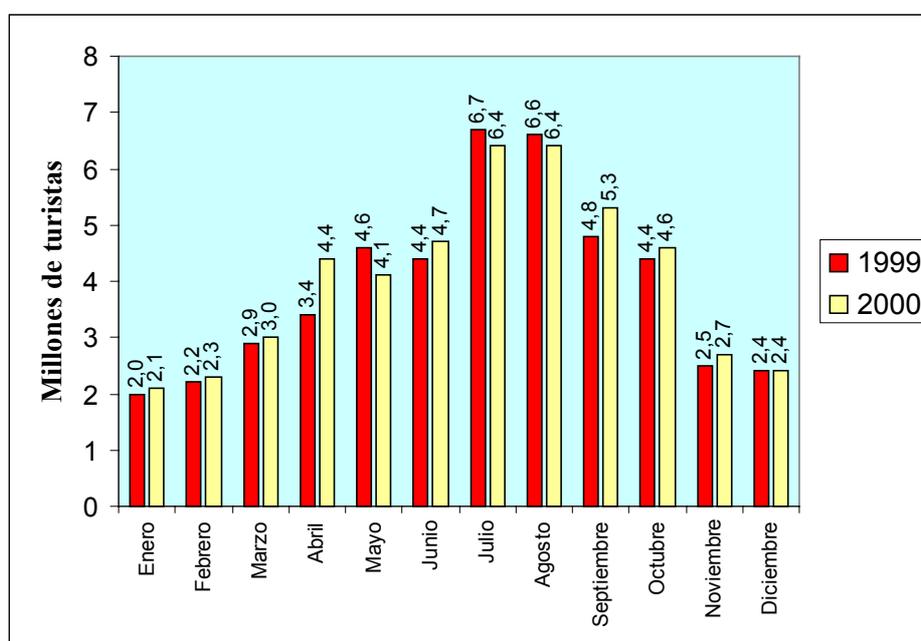


Figura 2: Evolución de las entradas mensuales de turistas.  
Fuente: Movimientos turísticos en fronteras (FRONTUR) e INE.

### **Perfil geográfico**

La Península Ibérica se encuentra integrada en el frente meridional europeo, que penetra y divide al mar Mediterráneo, en el que Europa, Asia y Africa mezclan y combinan sus influencias desde hace milenios. Al territorio peninsular hay que añadir los terrenos insulares

permiten establecer hipótesis de proyección consistentes, sino que más bien cabría hablar de escenarios, en el sentido de determinar cuál sería el crecimiento y la estructura por edades de la población, según distintas hipótesis.

<sup>4</sup> Fuente: Movimientos Turísticos en Fronteras (Frontur). Instituto Español de Turismo. Esta cifra incluye turistas y excursionistas.

–archipiélagos canario y balear, más otras islas menores– y las plazas situadas en la costa norte del continente africano, como Ceuta y Melilla. Dentro de ese mundo, España presenta unas características físicas que le confieren una marcada originalidad, lo que ha permitido a muchos geógrafos definirla como un continente en miniatura, en el que la variedad y diversidad constituyen elementos básicos del territorio.

La Península se configura como un gran pentágono, en el que la ausencia de articulaciones costeras profundas, excepto en Galicia, le confiere una forma compacta y maciza. Así, el estuario del río Tago –principal penetración del mar– apenas alcanza 50 km de longitud, y el golfo de Valencia –principal accidente marino en la vertiente mediterránea– es un gran arco de flecha insignificante. Además, Madrid –capital del Estado situada casi en su centro– tiene una distancia al mar siempre superior a 300 km.

### Orografía

La altitud media de España es de 660 m, muy superior al promedio europeo de 297 m, y es superada únicamente por Suiza, que alcanza los 1.300 m. Por su parte, Francia tiene sólo una altitud media de 342 m, a pesar de incluir en su territorio buena parte de las cordilleras de los Alpes y los Pirineos. Esta elevada altitud media obedece, ante todo, a la existencia de la Meseta –núcleo de la Península–, que está constituida por tierras de altura entre 600 y 1.200m, y que ocupa el centro de España –abarca gran parte de las CCAA de Castilla y León, Madrid, Extremadura y Castilla-La Mancha– con una superficie de 211.000 km<sup>2</sup>, es decir, casi la mitad del territorio peninsular nacional, superior a los 494.000 km<sup>2</sup>.

Así, en relación con lo comentado sobre la altitud media de España y su relación con la Meseta, hay que señalar cómo para la región Centro el 56% de su territorio corresponde a altitudes entre 600 y 1.000 m, más otro 22% a altitudes entre 200 y 600 m; lo que supone tres cuartas partes del total, que es poco más de 223.000 km<sup>2</sup>.

Para las regiones costeras –las restantes salvo el Ebro– las tierras bajas, con altitud inferior a 600 m, alcanzan el 62% de su territorio, llegando al 97% en el archipiélago balear.

En cuanto a las tierras altas, de altitud superior a 2.000 m, sólo tienen un peso apreciable en el archipiélago canario y en las CCAA que bordean la cordillera pirenaica.

La disposición de los sistemas montañosos, con orientación general de oeste a este –excepto el sistema Ibérico y las cordilleras Costero-Catalanas–, tiene una marcada influencia no sólo en la variedad de climas; sino también en temas tan ligados como son el trazado de las vías de comunicación y la repartición del recurso hídrico.

El istmo ibérico –de 440 km de longitud– está constituido en su mayoría por la cadena montañosa de los Pirineos, que en promedio rebasa los 2.000 m de altitud y cuenta con varias cotas de 3.000 m y superiores. Este istmo –de 150 km de anchura máxima y sin valles que permitan la comunicación entre las vertientes norte y sur, ya que los existentes tienen una dirección perpendicular al eje del macizo y dificultan la comunicación entre ellos– acentúa los rasgos de insularidad y aislamiento de España en mayor medida que otras penínsulas europeas mediterráneas.

Por otra parte, el relieve insular presenta rasgos propios para cada una de las islas. La posición de cada grupo condiciona las características generales del archipiélago y de la isla, lo que permite diferenciar los territorios.

Mientras las islas Baleares tienen un origen similar a los sistemas Béticos peninsulares, las islas Canarias se formaron debido a fenómenos volcánicos asociados a movimientos dinámicos de distensión.

### Suelos

En relación con los suelos, algunos sufren procesos de degradación que tienen su origen en usos inadecuados o abusivos, o en causas naturales. Las actividades agrarias han ocasionado en algunos casos efectos negativos sobre su conservación. Entre aquéllas cabe citar: roturaciones, intensificación agrícola y transformaciones en regadío inadecuadas, quema de rastrojos indiscriminada e instalación de explotaciones ganaderas sin sistemas de eliminación racional de sus subproductos.

Además, la eliminación de la vegetación climática para la implantación de cultivos, cuyo punto álgido se alcanzó en el último tercio del siglo XIX y que también tuvo cierta relevancia en los años cuarenta y cincuenta, y posteriormente el abandono de las tierras poco productivas, han ocasionado la exposición de éstas al grave problema de la erosión. El uso indiscriminado y sin criterios agronómicos de plaguicidas y fertilizantes químicos, indispensables para la práctica agrícola actual, puede producir efectos nocivos no sólo por la transmisión de productos más o menos tóxicos a la cadena alimentaria humana, sino por el empobrecimiento biológico del suelo que puede alterar su fertilidad.

El problema más grave que sufre el suelo español es la erosión y, en ciertos casos, el incremento del riesgo de desertización. España presenta una situación desfavorable con respecto al resto de los países europeos. A ello contribuyen, por un lado las características geomorfológicas, y por otro el régimen de precipitaciones, que muchas veces tienen el carácter de torrenciales; sin olvidar que la precipitación total media de la mayor parte de España es sensiblemente menor que la del resto de los países mediterráneos europeos. A este panorama climático-físico hay que añadir que la acción humana ha contribuido en algunas zonas al agravamiento del problema mediante prácticas culturales inadecuadas en el uso del suelo.

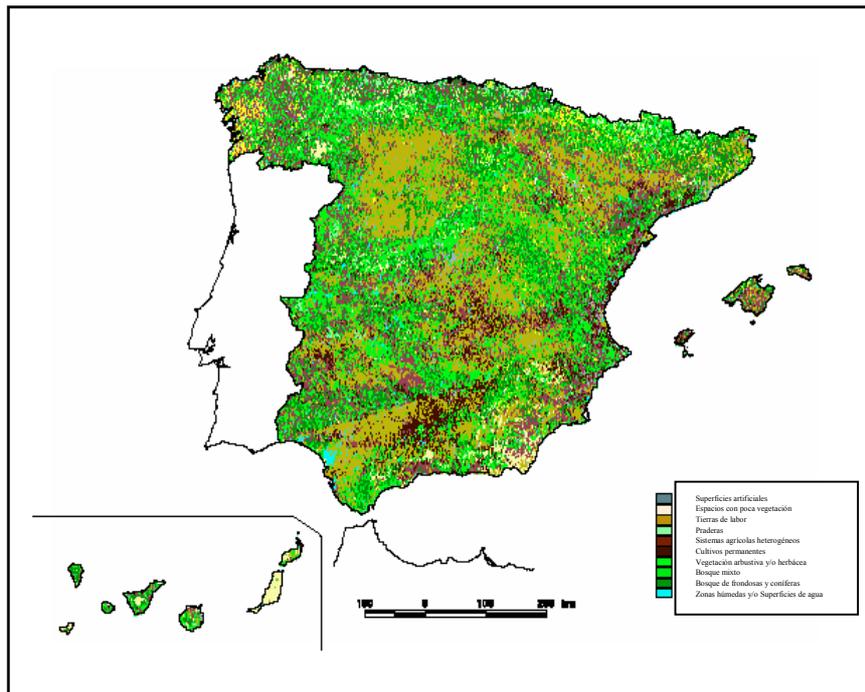


Figura 3: Mapa de usos del suelo.  
Fuente: Libro Blanco del Agua en España.

Con arreglo a los criterios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y con datos facilitados por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, del total del territorio nacional –alrededor de 506.000 km<sup>2</sup>– un 1% está sometido a una erosión muy alta, el 16% presenta erosión alta, el 39% lo está con erosión moderada, y el 42% tiene pérdidas de suelo admisibles. El 2% restante del territorio es improductivo.

El segundo problema en importancia económica de los suelos es el ligado al creciente riesgo de salinización de los regadíos. De los 35.000 km<sup>2</sup> actualmente transformados y en uso, un 3% aproximadamente presentan un grado de salinización severo que restringe fuertemente su utilización económica, además de otro 15% que presenta un riesgo creciente de salinización y que empieza a ser limitativo para su utilización en la producción de los tipos de cultivo más sensibles a este fenómeno. Esta salinización va ligada al incremento de los aniones cloruro y sulfato, y de los cationes sodio y magnesio, aún cuando ya empieza a detectarse algún problema relacionado con los metales pesados.

### Hidrografía

Al igual que la orografía peninsular se caracteriza por presentar sus principales cordilleras una dirección que va siguiendo los paralelos, los mayores ríos españoles también discurren en esa dirección.

De acuerdo con el principio de unidad de cuenca en la gestión de los recursos hídricos, España queda dividida en un conjunto de organismos de cuenca que reciben el nombre de

confederaciones hidrográficas. Las confederaciones son organismos autónomos adscritos a la Secretaría de Estado de Aguas y Costas, integrada en el Ministerio de Medio Ambiente.

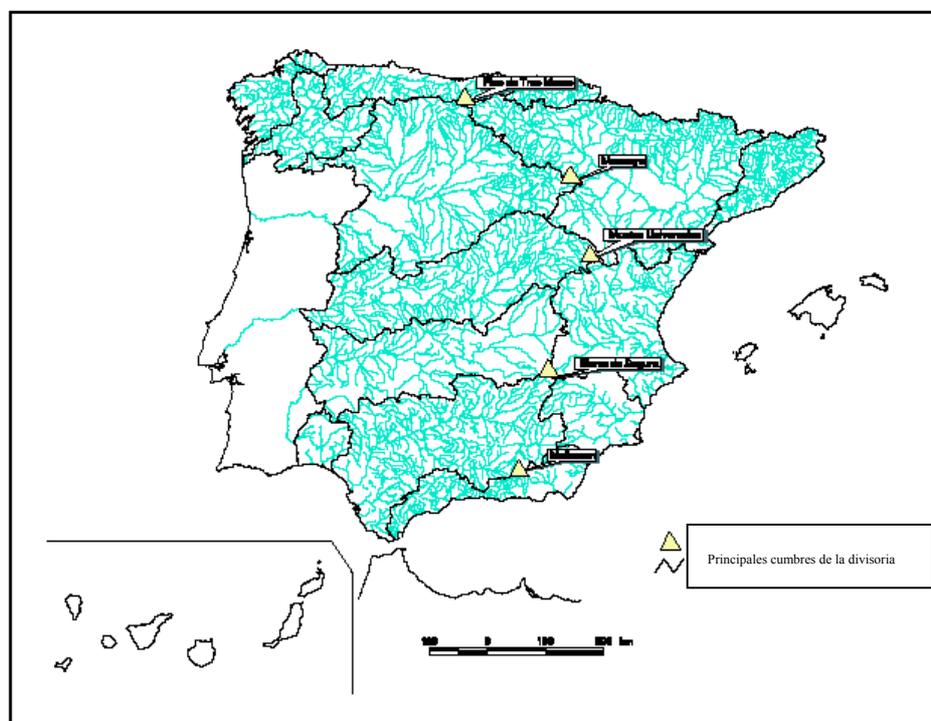


Figura 4: Mapa de la red fluvial básica y divisorias de las grandes cuencas.  
Fuente: Libro Blanco del Agua en España.

Los ríos Duero, Tago y Guadiana se asientan sobre la Meseta, cerrada por la cordilleras Cantábrica e Ibérica y por Sierra Morena, y encuentran su salida hacia el mar en su parte más occidental, en la linde con Portugal. Además, los dos grandes valles exteriores -Ebro y Guadalquivir- siguen dicha pauta de dirección predominante, abrazando a la Meseta. La excepción a este patrón de orientación de los grandes ríos se produce en aquéllos que, como los correspondientes a la vertiente cantábrica y al sur peninsular, nacen en cordilleras cercanas al mar, siguiendo la dirección de los meridianos. La cordillera Costera Catalana, la terminación de la Ibérica hacia el Mediterráneo, y las cordilleras Béticas, todas ellas próximas al litoral, dan lugar a cuencas relativamente pequeñas, con la excepción de las correspondientes a ríos que presentan una acción remontante muy activa. Estos son los casos de invasores fluviales como el Llobregat, que ha ido capturando cuencas pertenecientes originalmente al Ebro, del Júcar, cuya cabecera se localiza muy próxima al nacimiento del Tago en los Montes Universales, o del Segura, cuyo nacimiento se adentra en el sistema Bético. Los cauces insulares de Baleares y Canarias se caracterizan por su carácter intermitente y sus fuertes pendientes. En los primeros, la presencia de abundantes zonas kársticas hace que gran parte de las aguas se infiltre antes de llegar a los cursos bajos y aparezca posteriormente en la surgencia de manantiales. En los segundos, las fuertes pendientes de los barrancos y la histórica abundancia de captaciones subterráneas, conducen a la práctica ausencia de corrientes superficiales (solo hay actualmente un río en La Palma y otro en Gomera y los hubo en Gran Canaria).

Normalmente, en estos perfiles longitudinales se distinguen tres tramos diferenciados: la cabecera, donde el río avanza entre fuertes pendientes que favorecen su capacidad erosiva; el tramo medio, de longitud considerablemente mayor y pendientes uniformes a lo largo del cauce, cuya acción característica es el transporte; y un tramo final, o de desembocadura, en el que el río sedimenta los materiales arrastrados en la cuenca, llegando a formar deltas y depósitos litorales si las condiciones de marea y corrientes lo permiten (uno de cuyos ejemplos más espectaculares es el correspondiente al delta del Ebro). La combinación de acciones características, erosión, transporte y sedimentación, tiende a moldear un perfil longitudinal suavizado entre el nacimiento y el nivel de desembocadura que actúa de indicador sobre su grado de madurez geomorfológica.

### Calidad del agua

La situación actual de España en materia de calidad del agua es preocupante, dada la enorme cantidad de vertidos, tanto urbanos como industriales, que degradan los recursos hídricos, afectando negativamente a los usos potenciales del agua. En lo que respecta a los recursos hídricos, hay que destacar la desigual distribución de éstos, tanto espacial como temporal, a causa de la diversidad orográfica y climática del territorio, de la irregularidad de los regímenes hidrológicos y del variable grado de regulación hidrológica disponible.

Un agua considerada pura puede contaminarse por una descarga de elementos ajenos al sistema, determinando una pérdida de calidad. Esta pérdida puede traducirse en una reducción de la vida en dicho medio. Determinadas condiciones de circulación y del ciclo biológico del medio acuático aseguran una purificación del agua, es decir, una eliminación o reducción de los productos tóxicos y gérmenes que pueda contener. Los ciclos de depuración natural dependen no sólo de la temperatura del agua y de su contenido en sustancias añadidas, sino también de un equilibrio entre los elementos nocivos y los agentes que proceden a su degradación. Si éste desaparece, la depuración natural no se realiza. Aunque parecía que los avances tecnológicos habían eliminado los peligros de contaminación del agua al instalarse estaciones potabilizadoras y controles en su calidad, el desarrollo industrial ha creado nuevos elementos peligrosos para la salud y la vida animal. Los problemas específicos que se encuentran actualmente en el sector para el control de la calidad del agua, y que se verán incrementados en un futuro, son el aprovisionamiento del agua y la eliminación de elementos contaminantes, solubles e insolubles, contenidos en las aguas residuales. En consecuencia, todavía existen carencias en cuanto al tratamiento de las aguas residuales.

Dentro de las aguas continentales superficiales se pueden destacar los fenómenos de eutrofización derivada de una concentración excesiva de nutrientes –nitrógeno y fósforo principalmente– que llevan las aguas residuales y la contaminación por fertilizantes y plaguicidas derivados de la actividad agrícola. Este proceso de alteración de la calidad de las aguas por eutrofización afecta, en mayor o menor medida, a una buena parte de los embalses españoles y su dependencia parcial respecto de las condiciones climáticas es bien patente, por cuanto éstas afectan a la mezcla y estratificación del agua, la renovación hídrica, las reservas y demandas estivales, etc.

Los problemas relacionados con las aguas subterráneas –más protegidas que las aguas superficiales contra la contaminación, pero también por esta razón es mucho más difícil eliminar el deterioro una vez que éste se ha producido– se perciben con bastante retraso respecto del momento en que se inician, como consecuencia de la lenta dinámica de las aguas

que circulan por el subsuelo; por lo que también son muy lentos los efectos de las medidas que se puedan adoptar para resolverlos. Su alteración se debe a efectos tan dispares como la sobreexplotación de los acuíferos, la intrusión salina debida a las modificaciones del flujo natural –arrastre de aguas salinas que contaminan otras de mayor calidad– o al avance tierra adentro de las aguas marinas, la introducción de sustancias químicas o microorganismos procedentes de la agricultura o la industria, así como de la filtración de estas sustancias desde depósitos de basuras o de residuos mal acondicionados.

En la actualidad, la calidad de las aguas continentales se determina a través de una red de control que depende de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Esta red se ha visto mejorada con la implantación del nuevo Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA).

### Litoral

Uno de los mayores problemas existentes en el litoral español radica en la elevada presión que sobre el medio produce el hecho de que en el mismo se concentre un 58% de la población y suponga un atractivo turístico de primer orden para los habitantes de un gran número de países. A esta importante presión de la población hay que sumar la presencia masiva de la industria: un 65% del sector se encuentra en áreas costeras. Si además se considera la importancia del transporte marítimo, medio por el que entran el 85% y salen el 68% de las mercancías del comercio internacional, se puede concluir que el litoral y las aguas marinas adyacentes sufren impactos constantes que reclaman fuertes medidas de protección.

La vigente Ley de Costas, que acomete con decisión la protección de la franja litoral inmediata a la línea de costa, regula los procesos de ocupación de ésta y permite iniciar el estudio de uno de los graves problemas que influyen en su degradación: la erosión marina, que produce cambios espectaculares en la línea de costa.

### Perfil climático

La Península Ibérica, dada su situación entre dos grandes masas marinas (Atlántico y Mediterráneo) y dos continentales (Europa y Africa), presenta un clima cuyo rasgo básico definitorio es la diversidad.

La zona norte, que incluye Galicia, Cordillera Cantábrica y Pirineos, se caracteriza por un clima templado, con borrascas de origen atlántico que actúan prácticamente a lo largo de todo el año dando lugar a una alta humedad relativa y unas temperaturas suaves, templadas en invierno y frescas en verano. En la costa mediterránea y parte de la Andalucía interior (básicamente la cuenca del Guadalquivir), el clima es templado, de veranos secos e inviernos suaves. En el resto de la Península, el clima predominante se caracteriza por veranos secos e inviernos fríos, rasgos que reflejan su carácter continental. En este área son característicos los anticiclones invernales, situación que origina inversiones térmicas (inversiones del normal decrecimiento de las temperaturas con el aumento de la altitud). En Canarias (especialmente en las islas orientales, pues en las occidentales inciden más las masas de aire atlánticas), y la franja costera de Murcia y Almería, el clima es seco, con precipitaciones muy escasas, inviernos muy suaves y veranos muy cálidos.

La distribución espacial de la temperatura media anual está estrechamente ligada a la orografía. Los mínimos inferiores a 8°C están localizados en los sistemas montañosos de la mitad norte peninsular, mientras las zonas más cálidas, delimitadas por la isoterma de 18°C, se localizan en el valle del Guadalquivir, la costa Sur y Sureste, así como el Levante. De forma análoga a la temperatura media anual, la precipitación media anual se encuentra también fuertemente influida por la orografía. Las precipitaciones aumentan con la altitud y son más importantes en la ladera de los sistemas montañosos situadas a barlovento de los frentes húmedos que en las situadas a sotavento. En su distribución espacial destaca un fuerte gradiente latitudinal positivo -es decir, la precipitación disminuye de Norte a Sur- y una fuerte asimetría longitudinal que da lugar a que las precipitaciones en la vertiente atlántica sean superiores a las de la mediterránea.

En cuanto a la distribución temporal de la precipitación, se puede delimitar una primera zona de fuerte influencia atlántica y que, junto con las cuencas correspondientes a dicha vertiente (con las excepciones de la zona central del Duero y cuencas altas del Tajo y Guadiana) incluiría la cuenca alta del Ebro, el Pirineo vasco-navarro y la cuenca Sur hasta el cabo de Gata. En esta zona, la época más lluviosa se observa entre finales de otoño y principios de invierno, con un mínimo relativo al final del invierno y un máximo relativo en los meses de abril-mayo. Una segunda zona comprende la vertiente mediterránea, desde el Cabo de Gata hasta la frontera con Francia. En ella, se observa un máximo absoluto perfectamente diferenciado en otoño (septiembre-octubre), y un máximo secundario, en la mitad septentrional, en primavera.

El resto de la península se caracteriza, fundamentalmente, por su continentalidad y en ella destaca un máximo en primavera y otro menor al comienzo de la estación invernal, y un mínimo en invierno en enero-febrero. En las islas Canarias, la distribución es monomodal de forma clara: máximo invernal en diciembre y un mínimo en verano.

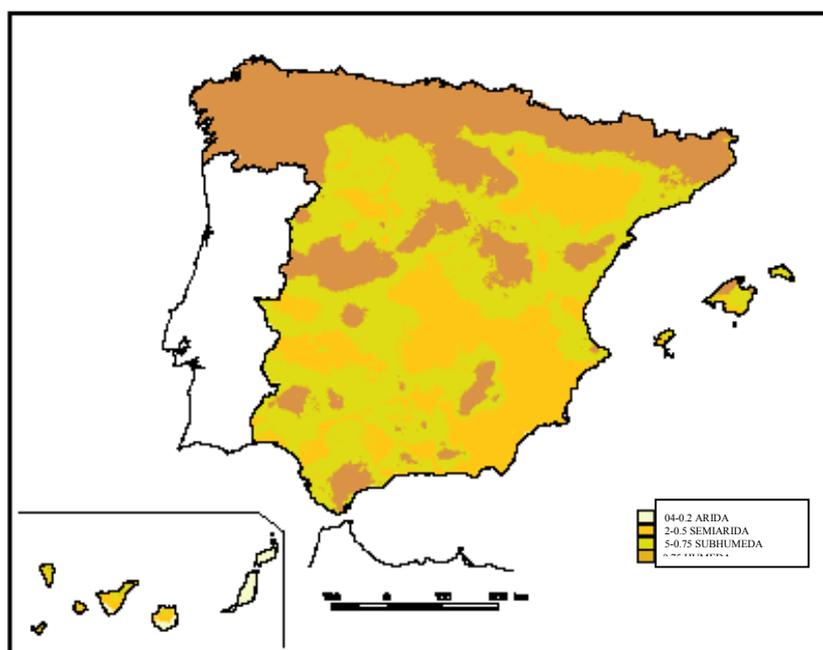


Figura 5: Mapa de clasificación climática según el índice de humedad de la UNESCO.

Fuente: Libro Blanco del Agua en España.

Según el índice de humedad, definido como el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial anual, en España existen regiones áridas, semiáridas,

subhúmedas y húmedas. Las áridas ocupan una extensión reducida y se localizan en parte de las islas Canarias y en el área del desierto de Tabernas (Almería). Las zonas semiáridas afectan principalmente a la Depresión del Ebro, Almería, Murcia, sur de la cuenca del Júcar, cabecera del Guadiana y parte de Canarias. Las zonas subhúmedas se sitúan básicamente en la cuenca del Duero, sur de las Cuencas Internas de Cataluña, Baleares, Guadalquivir y a lo largo de las cordilleras de menor altitud. Finalmente, la zona húmeda afecta al resto del país.

## **Perfil económico**

### **El crecimiento de la economía española.**

El crecimiento económico ha sido considerado tradicionalmente como uno de los pilares del desarrollo. En los últimos años, el mantenimiento por parte de España de una tasa de crecimiento superior a la media europea ha permitido un rápido aumento de renta per cápita y, por tanto, la consecución de una mayor convergencia real. Esto se ha traducido en un notable acercamiento de los niveles de renta nacional al promedio europeo: las diferencias existentes con respecto a la media comunitaria se han reducido en más de 6 puntos en los últimos años: la renta per cápita española ha pasado del 74% de la media comunitaria en 1988 a más de un 81% en 1998, según las últimas estimaciones de la Comisión Europea.

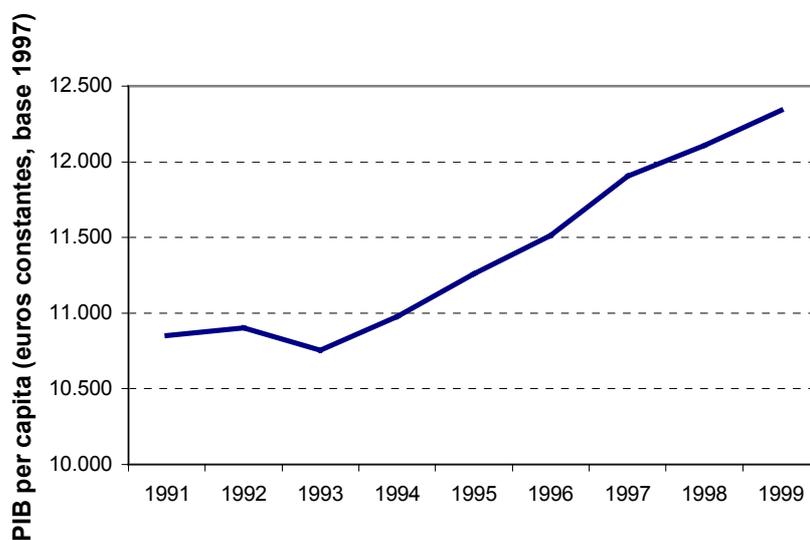


Figura 6: Producto Interior Bruto per cápita.  
Fuente: INE.

Esta evolución es el resultado de un importante proceso de cambio estructural de la economía española. La evolución reciente muestra el progresivo afianzamiento de un patrón de crecimiento en el que se combinan aumentos del empleo, mejora del capital humano, inversión en capital productivo y procesos de cambio estructural (auge de los servicios y recuperación industrial selectiva) como factores determinantes de un crecimiento equilibrado y estable de la producción. Este cambio hacia la terciarización de la economía y a la

introducción de elementos intangibles en la producción ha sido el reflejo de un importante proceso de adaptación de las estructuras empresariales españolas, aunque no se ha traducido de forma homogénea en todas las regiones.

En efecto, la dinámica espacial del desarrollo económico español presenta un panorama heterogéneo en el que no todas las regiones se han beneficiado en igual medida de este proceso de cambio estructural. Aunque los fenómenos de crecimiento y diversificación productiva requieren de períodos relativamente largos para que pueda observarse su cristalización territorial, es un hecho evidente que el centro de gravedad económica español se ha ido desplazando progresivamente hacia el valle del Ebro y el llamado Arco Mediterráneo. (figura 7. Convergencia real del PIB pc por Comunidades Autónomas 1998).

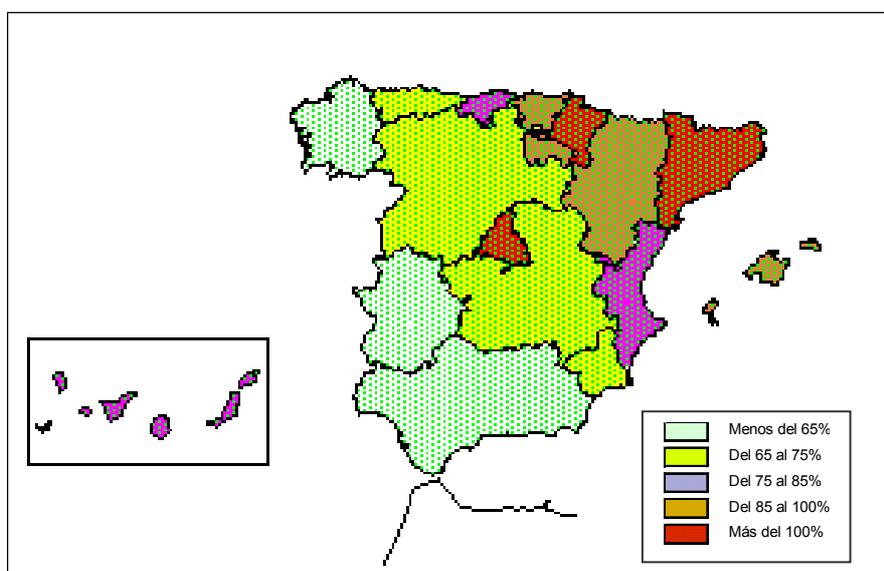


Figura 7: Convergencia real del Producto Interior Bruto per cápita por Comunidades Autónomas en 1998.  
Fuente: Segundo Informe de Cohesión. Comisión Europea.

La orientación de la producción de las regiones más dinámicas en actividades en las que los factores de competitividad (capacidad tecnológica, dotación de infraestructuras físicas y de información, capital humano, etc.) son más relevantes, y los mayores problemas que han encontrado las menos desarrolladas para atraer a su territorio actividades alternativas explican esta tendencia.

Por consiguiente, la concentración de la actividad económica se ha incrementado a nivel regional debido a las mayores ventajas que presentan los principales centros de crecimiento económico en términos de un mejor acceso a los mercados, del aprovechamiento de economías de escala, de una mayor intensidad en el uso de factores intangibles como la innovación, etc. Además, la fuerte competencia que se deriva del actual proceso de integración económica y monetaria ha introducido mayores necesidades de localizar la actividad en territorios más competitivos, lo que añade mayores dificultades a la consecución del objetivo de reequilibrio regional.

Desde una perspectiva agregada, la entrada en las Comunidades Europeas en 1986, y la adopción del Euro en 1999, han supuesto un cambio fundamental en el contexto en que se

desarrolla la actividad económica española. Así, se ha optado por un modelo económico basado en el libre juego de las fuerzas del mercado, donde hay que reducir al mínimo las barreras a la libre circulación de bienes y servicios, personas y capitales, y en el que ha desaparecido el tipo de cambio como instrumento corrector de las pérdidas de competitividad de la economía española frente al resto de los Estados que forman parte del Euro. En definitiva, las empresas españolas tienen que hacer frente, a un contexto internacional más amplio, competitivo y exigente.

En la actualidad, España constituye una economía abierta y dinámica, plenamente integrada en Europa y caracterizada por un entorno de estabilidad macroeconómica que facilita las decisiones de inversión, ahorro y consumo de los agentes, garantiza el mantenimiento del proceso de crecimiento económico generador de empleo y permite alcanzar mayores niveles de renta y bienestar.

### *Evolución reciente de la economía española en sus equilibrios básicos*

Una de las características más importantes del crecimiento económico español de las últimas décadas es la referida a la evolución cíclica de la economía española y a los principales equilibrios macroeconómicos.

El perfil cíclico del crecimiento económico español ha experimentado cambios significativos que pueden caracterizarse en dos grandes rasgos, mayor sincronía con Europa y menor amplitud del ciclo, tendencia claramente diferenciada de las pautas tradicionales de la economía española hasta hacer poco tiempo, que mostraban una mayor intensidad relativa tanto en las fases recesivas como en las expansivas.

La primera de las anteriores características es la consecuencia lógica del propio proceso de modernización e integración de la economía española en un área económica mayor. El perfil cíclico de la economía española ha ido coincidiendo cada vez más con el que muestran la media de la economía europea y los principales países que la componen (Tabla 1: Evolución de los equilibrios macroeconómicos 1995-2000).

Asimismo, las políticas macroeconómicas instrumentadas han experimentado una evolución significativa no sólo en España sino en toda Europa. Del protagonismo casi absoluto de las políticas de demanda de los años sesenta y primeros setenta se ha pasado a una instrumentación más integrada, destacando la necesidad de articular todas las políticas macroeconómicas hacia objetivos claros y de medio plazo: el control de la inflación, el crecimiento y la generación de empleo. Y para la consecución de los mismos se establecen reglas de política fiscal y monetaria coherentes, junto con políticas de reformas estructurales tendentes a una mayor liberalización y perfeccionamiento de los mercados de bienes, servicios y factores.

Todos los países que forman el área Euro participan de estos objetivos. En el caso de España, los sucesivos programas de convergencia y el actual Programa de Estabilidad del Reino de España han permitido a nuestro país conocer tasas de inflación inferiores al 4%, tipos de interés convergentes con los europeos en niveles bajos – favorecedores de la inversión –, consolidar las cuentas públicas para que contribuyan a este proceso de convergencia nominal y, simultáneamente, registrar tasas de crecimiento del empleo y la producción superiores a los valores medios europeos, favoreciendo, por tanto, la convergencia real de nuestra economía con respecto a la de la UE.

Tabla 1: Evolución de los equilibrios macroeconómicos 1995-2000

Fuente: Banco de España

	1996	1997	1998	1999	2000
Crecimiento PIB	2.4	3.9	4.3	4.0	4.1
Variación de los precios (Deflactor PIB)	3.4	2.1	2.3	2.9	3.5
Déficit público (% PIB)	-4.9	-3.2	-2.6	-1.2	-0.3
Tipo de Interés (Tipo de intervención BCE.)	7.6	5.4	4.2	2.7	4.1
Saldo exterior por cuenta corriente (% PIB)	0.2	0.5	-0.6	-2.3	-3.4

## **Energía**

El carácter estratégico del sector guarda relación con la competitividad y seguridad en el suministro de energía, pero además, viene asociado también a los importantes efectos externos que se producen en la generación, el transporte y el consumo de energía. La actividad energética tiene una indiscutible incidencia en el medio atmosférico (emisiones derivadas de la combustión), contribuye al cambio climático, y presenta riesgos sobre el medio (ciclo del combustible nuclear, vertidos de crudos, etc.), amén de la cuestión global del agotamiento de los recursos energéticos no renovables a escala planetaria.

La sostenibilidad del sector en España no sólo viene determinada por estos importantes efectos externos, sino también por una serie de características diferenciadoras:

- La fuerte dependencia exterior que, de acuerdo con las tendencias actuales, va a seguir creciendo con la consiguiente incidencia en la seguridad de abastecimiento. En 1999, el 76% de la energía primaria consumida en España provenía del exterior. En la UE, este valor se encuentra alrededor del 50%.
- El protagonismo del petróleo en la estructura de consumo de energía primaria y la creciente importancia del gas natural.
- Un aumento muy importante en la intensidad energética final, que se encuentra ya muy cerca de los parámetros comunitarios en lo que se refiere a consumo por unidad de PIB (figura 8).

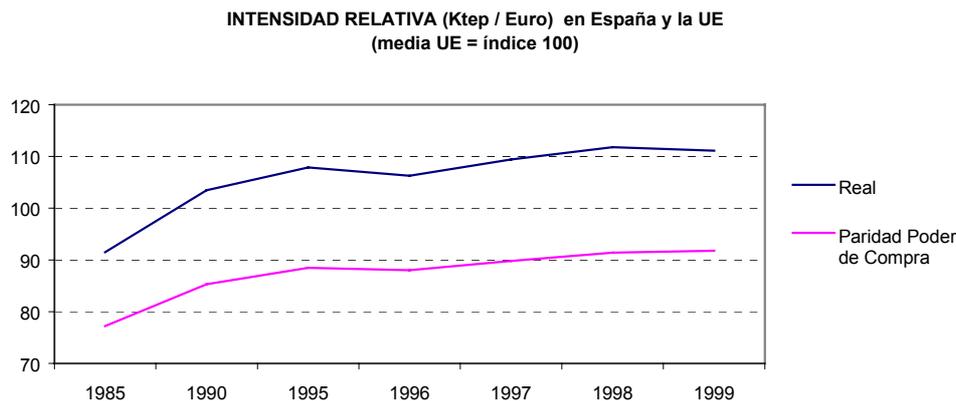


Figura 8: Intensidad energética final.

Fuente: IDAE y Ministerio de Economía.

### *Demanda de energía final*

El consumo de energía final en 1999 en España en total, incluido el consumo final de energías renovables, fue de 86075 kilotoneladas equivalentes de petróleo (Ktep), un 2,8% superior a la del año anterior. Esta tasa, aunque menor que la de años anteriores, se ha debido al fuerte crecimiento económico, dado que las condiciones climáticas no han sido muy distintas a las de años anteriores. Con carácter general, se aprecia un aumento de la demanda energética del transporte, una moderación de la industrial y un fuerte crecimiento de la demanda del sector residencial y terciario, a pesar de que las temperaturas medias registradas han sido sólo ligeramente más severas que las de años anteriores.

La demanda de energía eléctrica aumentó en 1999 un 7,1% en relación a la demanda del año anterior, muy alta en relación con la tendencia de la década de 1990. En relación con los combustibles, hay que destacar el alto crecimiento continuado en el consumo total de gas natural (a modo de ejemplo: 14,5% de incremento de 1998 a 1999, representando el 12,7% en la estructura del consumo de energía final en 1999) y el moderado crecimiento de consumos finales de productos petrolíferos. En el sector transporte destaca el aumento de los querosenos para aviación y de gasóleos A y B frente a una ligera disminución de las gasolinas.

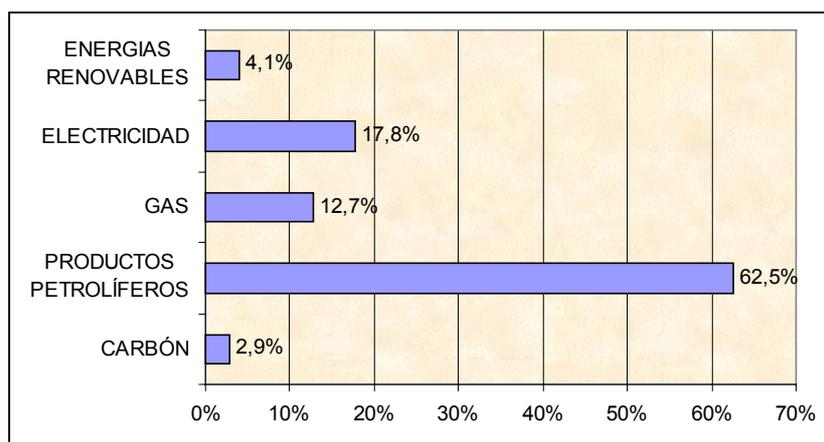


Figura 9: Consumo de Energía Final en 1999.

Fuente: "La energía en España 1999", Ministerio de Ciencia y Tecnología y Ministerio de Economía.

Con respecto al carbón se advierte el mantenimiento de la tendencia decreciente de los últimos años. Es éste un consumo centrado de manera prácticamente exclusiva en siderurgia y cemento que consumen más del 80% del total.

En relación con los productos petrolíferos, por sectores, destaca la moderación de la demanda de combustibles y primas provenientes de sectores industriales. En el sector transporte, se detecta una tendencia al crecimiento acelerado de los gasóleos de automoción (imputable tanto al crecimiento de tráfico de mercancías y pasajeros como a una "dieselización" del parque de turismos) y querosenos (como consecuencia del incremento del sector turístico); en gasolinas, debido al incremento de precios se detecta una cierta estabilización en la demanda que, esporádicamente, incluso llega a presentar descensos.

El consumo de electricidad para usos finales se ha visto incrementado de manera constante en el decenio de 1990-1999, siendo especialmente significativos los aumentos de las zonas turísticas (para 1999, la media peninsular se sitúa en un incremento de 7% mientras que en las islas el crecimiento alcanza el 9%).

En los últimos años, la evolución de la intensidad energética (expresada como consumo final de energía por unidad de PIB) presenta una tendencia de crecimiento sólo moderada ligeramente en 1999

### *Demanda de energía primaria*

El consumo de energía primaria en España fue en 1999 de 119360 ktep, con aumento de 4,5% sobre el año anterior, tasa superior a la de energía final debido a la estructura de generación eléctrica. En dicho incremento tiene relevancia el aumento de la producción termoléctrica con carbón y demás combustibles fósiles debido al descenso de la generación hidroeléctrica. Por fuentes de energía primaria, cabe destacar:

- El consumo de carbón se debe esencialmente (más del 80%) al consumo total de las centrales eléctricas.
- El consumo total de petróleo mantiene su peso en torno al 52% del total de la demanda de energía primaria.

- La demanda total de gas natural se caracteriza por la continuidad del fuerte incremento de su uso en cogeneración aunque también aumenta el de las centrales eléctricas convencionales.
- Las energías renovables, sin incluir la hidráulica, contribuyen al balance total con un 3,5% (4236 ktep). La mayor parte se usa directamente en usos finales, en especial la biomasa, que representa más del 80%, correspondiendo el resto al consumo en generación eléctrica a partir de residuos sólidos urbanos, eólica, solar, etc.
- La hidroeléctrica mantiene un nivel medio de participación en el total de la demanda de energía primaria en torno al 2%.
- La producción de energía eléctrica de origen nuclear ronda el 13% del total, advirtiéndose una ligerísima pérdida de posición relativa en relación con las demás fuentes de producción.

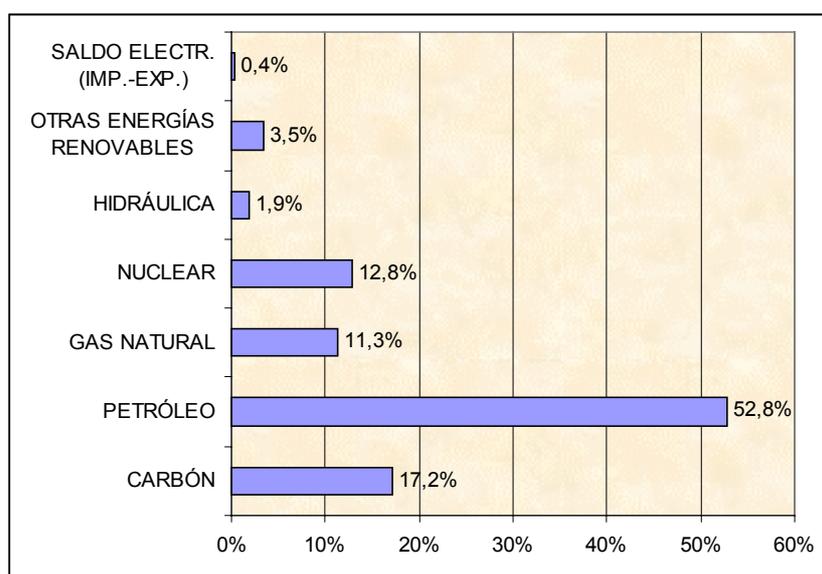


Figura 10: Consumo de Energía Primaria en 1999.

Fuente: “La energía en España 1999”, Ministerio de Ciencia y Tecnología y Ministerio de Economía..

### Producción interior de energía primaria y grado de autoabastecimiento

El fuerte aumento de la demanda junto al descenso generalizado de la producción interior ha hecho que el grado de autoabastecimiento energético, expresado en ktep, haya bajado hasta el 25,8% en 1999.

En el aprovisionamiento de gas natural en 1999, sólo el 3,6% es de origen nacional. La importación alcanzó la cifra de 160804 millones de termias en 1999 (un 15% más que en 1998), procedentes, fundamentalmente, de Argelia (62%, seguido de Noruega y Libia). En este sentido es importante señalar cómo en virtud del acuerdo alcanzado entre Repsol y Amoco, será posible incrementar el acceso a las reservas de gas de Trinidad y Tobago, y por ende, diversificar las fuentes de suministro.

Por otra parte, de acuerdo con los datos proporcionados por las industrias de refino al Ministerio de Economía, en 1999 se descargaron 58,8 millones de toneladas de crudo procedentes del exterior (lo que supone una disminución del 5,3 % con respecto al año

anterior). México, Nigeria y Arabia Saudita fueron los principales suministradores en 1999. Porcentualmente, las importaciones de Oriente Medio representan el 31,59% del total de 1999 (frente al 40,3% del ejercicio precedente), América el 13,39% (13,41% en 1998), Africa incrementa su posición porcentual y se sitúa con una cuota de 36,94% (32,39% el año 1998) y Europa se queda en 18,09%.

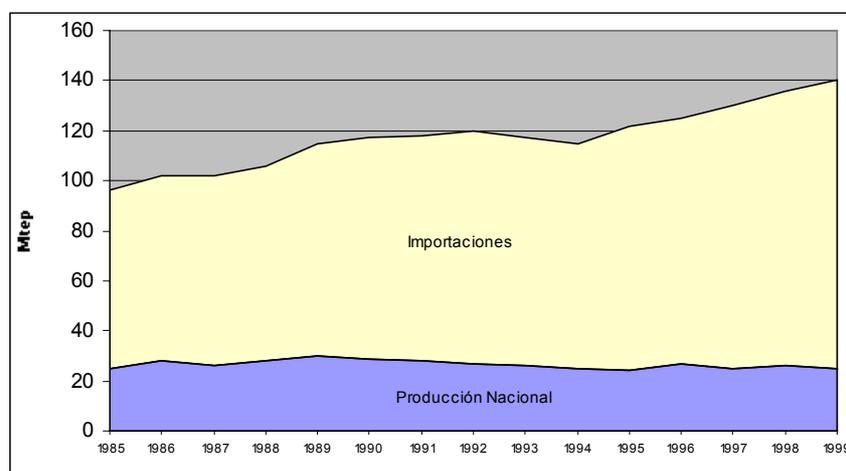


Figura 11: Consumo de Energía Primaria en España y origen del abastecimiento. Sólo se incluye la energía hidráulica, eólica, los R.S.U. y otros combustibles residuales consumidos en la generación eléctrica.  
Fuente: “La energía en España 1999”, Ministerio de Ciencia y Tecnología y Ministerio de Economía.

### Liberalización del mercado eléctrico

Desde la promulgación de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, la medida normativa de mayor relevancia ha sido la aprobación del Real Decreto Ley 6/2000, de 23 de junio, de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios.

En dicho Decreto Ley se contienen una serie de disposiciones que modifican de manera importante el régimen anterior. Entre ellas cabe destacar, en relación con la oferta, por un lado, el avance en la introducción de la competencia en el sector, limitando el incremento de nueva potencia instalada a las empresas eléctricas que cuentan con una cuota de mercado significativa (40% del total de la potencia instalada en régimen ordinario en la península impide el incremento en ocho años, entre el 20 y el 40%, en tres). Por otro lado, se establece la obligación de que los propietarios de instalaciones de producción en régimen especial con derecho a incentivo, de potencia superior a 50 MW, oferten al mercado mayorista para verter sus excedentes, así como la opción voluntaria de hacerlo para los cogeneradores con potencia superior a los 5 MW. En lo relativo a la demanda eléctrica, las novedades más destacadas son la facilitación del acceso a la condición de consumidor cualificado y la total liberalización del suministro de energía a partir del 1 de enero de 2003.

Como consecuencia de los cambios normativos operados en el sector eléctrico, se advierte una alteración profunda de los criterios en los que basa su funcionamiento este mercado. Con el objetivo final de incrementar la competencia en la contratación de la energía, se ha creado un mercado mayorista de energía en el que aparecen novedades tales como el Operador del Sistema, responsable de la gestión técnica, y el Operador del Mercado, responsable de la

gestión económica. El mercado viene funcionando desde el 1 de enero de 1998, y como era de esperar ha tenido un impacto significativo en las pautas y precios del sector.

### **Transporte**

El territorio español posee algunas características diferenciales respecto a otros países de su entorno, que implican retos a la política territorial:

- La orografía constituye un condicionante permanente para el trazado de las redes terrestres y dificulta algunas conexiones funcionalmente deseables.
- La fuerte concentración de población y actividad económica en el litoral y en un reducido número de grandes ciudades produce importantes vacíos de urbanización, lo que penaliza las interrelaciones y los procesos de difusión.
- Las grandes urbes tienen serios problemas de concentración, congestión, desestructuración de las periferias, degradación ambiental, deterioro y declive de los espacios centrales.
- La presión ejercida por las actividades residenciales, turísticas e industriales sobre el litoral limita la puesta en valor del potencial de este ámbito territorial.
- El modelo territorial está configurado por unos ejes o corredores con distinto grado de consolidación, que enmarcan el papel a desempeñar por las infraestructuras.

De alguna manera, la posibilidad y el trazado de las vías del transporte terrestre y fluvial se inició, desde el principio, ligado a su dependencia con la orografía peninsular: sistemas montañosos con una dirección general de oeste a este, cuya influencia determinó la existencia de una red que daba lugar al mantenimiento de dos mercados diferentes, el centro mesetario y la periferia litoral.

La importancia del transporte por carretera en España se aprecia con los datos del número de viajeros que utilizan cada uno de los medios –urbano, interurbano, particular– y la categoría de las infraestructuras –autopistas y autovías, otras vías, etc.

En la actualidad, y teniendo en cuenta el mantenimiento de una influencia prácticamente nula del transporte fluvial –de tanta importancia en muchos países europeos– y los adelantos técnicos en la construcción tanto de ferrocarriles como de carreteras, nos encontramos ante unas cifras tan elocuentes como que en 1999 la carretera sirvió para transportar 827.058 mil toneladas de mercancías (servicio regular) frente a las 25.330 mil del ferrocarril, y 698.947 mil viajeros (en línea regular sin contar servicios discrecionales y uso particular) frente a los 418.915 mil por ferrocarril. Este reparto contrasta fuertemente con la distribución existente en muchos países europeos.

### **Parque móvil**

A 31 de diciembre de 1999 el parque nacional de automóviles estaba compuesto por 22.411.194 vehículos de los que el 75.17% eran turismos, lo que da una media de 2.34 habitantes por vehículo de turismo. Del total, 15.296.154 eran vehículos de gasolina y algo menos de la mitad de esta cifra (7.115.040) utilizaban gasoil.

Con respecto a los vehículos de carga, hay que destacar el hecho de que el 73.85% de los camiones son de carga inferior a los 1.000 kg, alcanzando el porcentaje del 92% si elevamos la carga a 3.000 kg.

Tabla 2: Relación entre población y parque automóvil.

Fuente: Anuario Estadístico General, 1999. Dirección General de Tráfico.

Años	Parque por 1000 habitantes	Habitantes por vehículo de turismo
1987	337	4
1988	355	4
1989	380	3
1990	399	3.24
1991	430	3.11
1992	443	2.98
1993	455	2.91
1994	465	2.85
1995	480	2.76
1996	497	2.66
1997	515	2.57
1998	535	2.48
1999	568	2.34

### Carreteras

En cuanto al total de kilómetros de carreteras en servicio, a finales de 1999 se podía estimar en poco menos de 675.000 km, de los cuales sólo 8.067 corresponden a vías de alta calidad, como son las autovías o autopistas. Esta cifra supone alrededor de 0,32 km de vías por km<sup>2</sup> de superficie, una de las más bajas de la UE, y que contrasta con los 5 km/km<sup>2</sup> de Bélgica, y los más de 2,5 km/km<sup>2</sup> de Italia y los Países Bajos; frente a 1,12 km/km<sup>2</sup> del promedio en la UE, los 0,7 km/km<sup>2</sup> de los Estados Unidos o los poco más de 3 km/km<sup>2</sup> de Japón. La partida más considerable de las inversiones se está dedicando a la red de autopistas y autovías libres, aunque su crecimiento procede de la transformación y mejora de las carreteras de doble calzada. Por tanto, en términos globales se puede decir que la red permanece prácticamente estable, pues la mayor parte de la inversión se dedica a su mejora y, en menor medida, a ampliaciones.

Tabla 3: Kms por tipo de carretera en el año 1999.

Fuente: INE.

Carreteras	Kms
Autovías y carreteras de doble calzada	8.067
Autopistas de peaje	2.239
Carreteras principales	163.769
Carreteras secundarias	501.053

### Ferrocarril

La participación del ferrocarril supone el 13% del transporte de viajeros y aproximadamente la mitad de este porcentaje en cuanto al tráfico de mercancías. Las características principales de los últimos años son: ligero crecimiento de la actividad, tras unos años de relativa crisis; mantenimiento de la longitud de la red, tras el cierre del servicio en 1985 de determinados tramos deficitarios y la puesta en operación de la línea de alta velocidad entre Madrid y

Sevilla; y la ligera disminución del personal. Por su parte, las líneas electrificadas suponen la mitad del total, y las vías dobles casi la cuarta parte.

### Transporte marítimo

El sector del transporte marítimo genera actualmente una aportación al PIB equivalente al 19% del sector transportes y al 1,1% del total nacional. En 1990, el 85% de las importaciones y el 68% de las exportaciones pasaron por nuestros puertos, lo que da una idea de su importancia estratégica y económica como prolongación u origen del transporte por carretera o ferrocarril.

La evolución de los principales parámetros técnicos del transporte marítimo y fluvial se mantiene con una ligera tendencia creciente. Los puertos españoles tuvieron en 2000 un tráfico de 119.790 buques con algo más de 17 millones de viajeros y casi 338.5 Mt de mercancías.

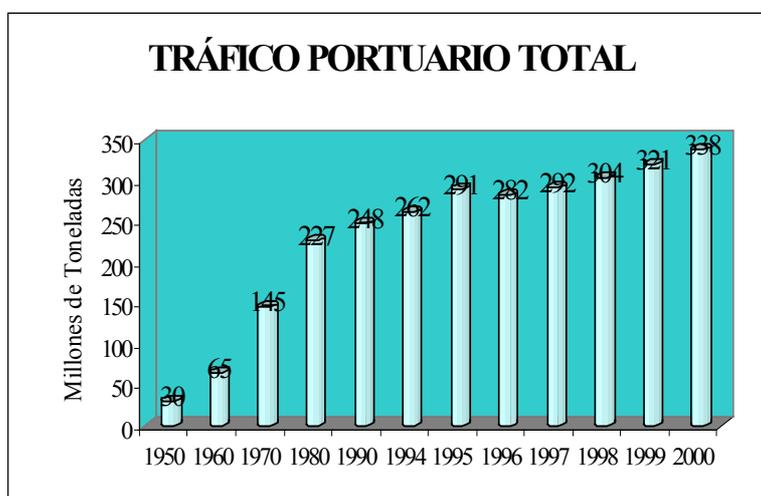


Figura 12: Tráfico portuario total.

Fuente: Anuario Estadístico 2000 de Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.

### Transporte aéreo

Asimismo, hay que hacer una breve referencia al cada vez más importante transporte aéreo. La inversión en instalaciones aeroportuarias y de navegación aérea sigue manteniéndose en el nivel de los últimos años, con un crecimiento ligero pero estable.

En relación con el tráfico de pasajeros en los aeropuertos españoles un dato significativo lo constituye el hecho de que el de Madrid Barajas se sitúa en 6ª posición respecto de los 30 aeropuertos europeos de mayor tráfico. Dentro de este grupo se incluyen también otros cinco aeropuertos españoles: Palma de Mallorca, Barcelona, Gran Canaria, Tenerife Sur y Málaga. Todos ellos han registrado importantes incrementos de tráfico, entre el 5 y el 9%. En 1999 los aeropuertos españoles tuvieron un movimiento de viajeros cercano a los ciento treinta millones, incrementado de manera considerable en épocas estivales, que para los seis de mayor tráfico –Madrid, Barcelona, Palma de Mallorca, Las Palmas de Gran Canaria, Tenerife Sur y Málaga– representa el 70% del total.

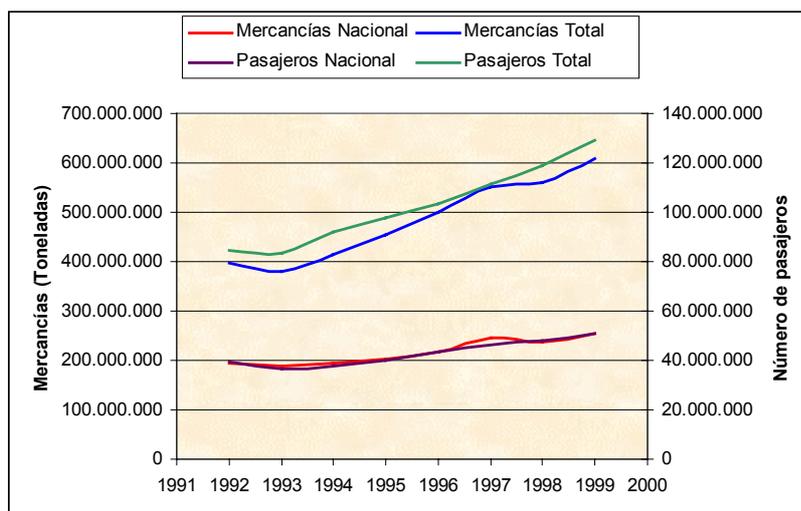


Figura 13: Tráfico aéreo.

Fuente: AENA: Estadísticas de Tráfico 1999.

Con respecto al de mercancías, los datos de 1999 son de 608.323.191 Toneladas, de las que sólo 254.000.953 correspondían a vuelos nacionales.

En el período 1992-99 todos los parámetros técnicos del transporte aéreo muestran un crecimiento constante, a excepción del año 1993.

### **Industria y construcción**

Tras el desarrollo de los focos industriales tradicionales catalán y vasco -seguidos de cerca por el madrileño- desde mediados del siglo XIX a mediados del XX, y en un contexto predominantemente rural, el tránsito de España hacia una sociedad urbano-industrial se produce básicamente desde el Plan de Estabilización (1959) hasta los años 70, con unas tasas de expansión muy elevadas durante apenas dos décadas. La evolución de la actividad industrial en los años más recientes se ha caracterizado por una disminución de las tasas de expansión anteriores, una creciente transnacionalización –culminada con la integración europea- y una rápida mejora tecnológica.

Todo ello ha forzado la reestructuración de numerosos sectores productivos y empresas, agotado algunos procesos acumulativos en las zonas de industrialización tradicional, y desplazado ciertos segmentos de actividad a otros espacios periféricos, pero sin que todo ello haya modificado sustancialmente las localización de las áreas económico-industriales dominantes del país. Así, en el último decenio la industria española ha mantenido, e incluso aumentado, el grado de concentración espacial, pues las 10 provincias más industrializadas aportan el 61% del Valor Añadido Bruto (VAB) industrial, y sólo las cuatro más importantes -Barcelona, Madrid, Valencia y Vizcaya- representan el 43%. Cuatro ámbitos espaciales concentran actualmente el 73% del valor añadido industrial: el litoral mediterráneo, desde Gerona a Murcia, que concentra el 37,8% del VAB; Madrid y su área de influencia axial –Toledo y Guadalajara- con el 13,5%; el litoral Cantábrico, desde Guipúzcoa hasta Asturias, con el 12,5%; y el valle del Ebro -Alava, Navarra, Rioja, Zaragoza y Lérida- con el 8,8%. En el siguiente nivel aparece el área de Sevilla-Cádiz-Huelva y Málaga -5,4% del producto industrial-, que ya corresponde a territorios sin preponderancia industrial y, en general, dominados por industrias de tecnologías maduras.

En 1991 la población activa del sector secundario en España era de un 33%, cifra muy similar al promedio europeo, generando el 25% del VAB total. Tras iniciarse una nueva fase expansiva del ciclo económico a partir de 1993, la actividad industrial ha continuado en una línea de expansión, con un crecimiento sectorial sostenido y equilibrado desde el lado de la oferta y apoyado tanto en el consumo interior como en la demanda externa.

En lo que se refiere a la construcción, la actividad de las empresas constructoras representa cerca del 10% del PIB, da empleo al 9,7% de la población ocupada y, junto con el resto del sector inmobiliario, supone aproximadamente el 60% de la formación bruta de capital fijo. La actividad del sector se ha incrementado en los últimos años, debido al dinamismo de la actividad económica general.

La competitividad industrial española, medida en términos de evolución de precios y costes relativos, así como de diferenciación del producto, experimenta también una evolución positiva en los últimos años. La cuota de exportación española correspondiente al conjunto de la industria manufacturera, que alcanzó un valor del 4,9% en 1997, se incrementó en un 1,2% con respecto a la de 1989.

Las principales cuestiones de interés acerca de las implicaciones para la sostenibilidad de las actividades industriales son fundamentalmente dos. Por una parte, y más directamente en relación a las dimensiones social y económica de la sostenibilidad, la distribución por subsectores y ámbitos territoriales de la producción industrial, determinante para el incremento de la competitividad y el equilibrio territorial. Por la otra, las implicaciones ambientales de la producción, en términos de consumo de recursos y generación de residuos. Respecto al primero de los temas, el conjunto de las actividades industriales se puede clasificar en cuatro grupos, de acuerdo con su nivel de intensidad tecnológica:

- Los sectores industriales de intensidad tecnológica alta (electrónica de consumo, electrónica profesional, telecomunicaciones, informática, etc.) experimentan una notable expansión en los últimos años, con incremento de las exportaciones y creación de empleo.
- Los sectores de intensidad tecnológica media-alta, tales como la fabricación de maquinaria-herramienta, la química o la automoción conocen igualmente una etapa expansiva. En el caso de la maquinaria-herramienta España se sitúa como el quinto productor de la UE y el undécimo del mundo, con un progresivo aumento del tamaño medio de las empresas. La industria química, que genera el 14% del producto industrial y el 9% del empleo, también presenta una dinámica positiva.
- En lo que se refiere a los sectores industriales de intensidad tecnológica media-baja, la siderurgia ha registrado en los últimos dos años un comportamiento favorable: la producción de acero, la productividad, el consumo aparente y la facturación han crecido con respecto a 1996, debido básicamente a la fortaleza de la demanda interna. La fabricación de productos metálicos, que se caracteriza por la existencia de establecimientos de pequeño y mediano tamaño, no ha dejado de crecer desde 1986, algo semejante a lo que ocurre en el sector de los juguetes, que ha experimentado un claro proceso de reestructuración. Por el contrario, el nivel de actividad de la construcción naval ha disminuido en los últimos años.
- La situación es muy distinta en el caso de los sectores industriales de intensidad tecnológica baja. El sector del textil, como el del calzado, se ha visto afectado en los últimos años por una creciente competencia internacional procedente de países con mano

de obra barata. Ello ha propiciado un proceso de reestructuración productiva, caracterizado por la reducción de la capacidad, aumento de la concentración de empresas, ahorro en mano de obra (sustituida por maquinaria), orientación de la producción hacia artículos de mayor calidad o diseño y empleo de materiales no tradicionales. La industria alimentaria, cuyo PIB representa el 20% del total, se caracteriza por una acusada bipolarización, entre pequeñas empresas de carácter familiar y de influencia local y un número reducido de grandes empresas, que, por lo general, cuentan con modernas instalaciones y con una importante presencia de capital extranjero. Estas, que solo suponen el 4% del total, acaparan alrededor del 70% de la producción.

### **Residuos**

En 1999 se aprobó el Plan de Residuos Urbanos, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 29 de abril, de envases y residuos de envases, y la orden del Ministerio de Medio Ambiente de 27 de abril, por la que se establecen las cantidades individualizadas a cobrar en concepto de depósito y el signo identificativo de los envases que se pongan en el mercado a través del sistema de depósito, devolución y retorno, regulado en la Ley de envases y residuos de envases.

#### **Plan nacional de residuos urbanos (2000-2006)**

El Consejo de Ministros aprobó el “Plan de Residuos Urbanos 2000-2006”, previamente acordado por la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente.

Dicho Plan, permite cumplir con la Directiva Marco de Residuos 75/442 de la CE, así como desarrollar la Ley de Residuos. Los objetivos fundamentales del Plan Nacional de Residuos Urbanos son: la clausura y sellado de todos los vertederos incontrolados existentes, antes del año 2005; la construcción de estaciones de transferencia de residuos; la adaptación de las actuales instalaciones a la directiva sobre vertederos; y el cierre de las plantas de incineración que no recuperen energía.

El Plan contempla también la reducción del 10% de los residuos de envases, antes del 30 de junio de 2001, y 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 del 2006, mediante la dotación de los contenedores adecuados hasta conseguir que haya un contenedor por cada 500 habitantes.

Además, incluye la obligatoriedad de utilizar papel reciclado en todos los folletos y hojas de propaganda distribuidos por el sistema de buzoneo para el año 2000, así como el aprovechamiento de la materia orgánica, con el compostaje del 50% de toda la contenida en los residuos urbanos en el año 2001.

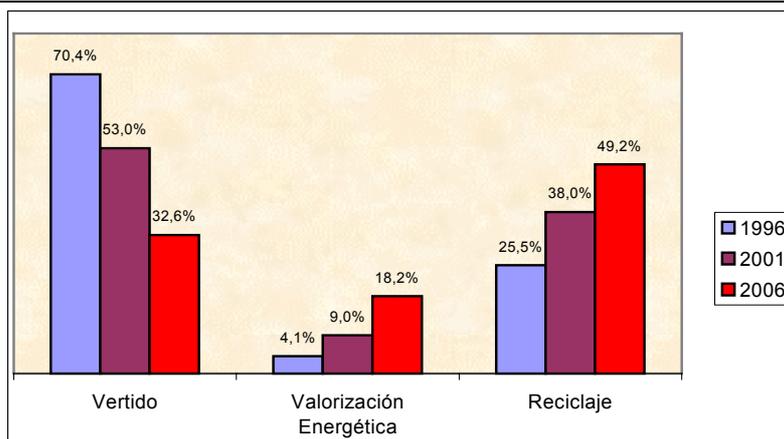


Figura 14: Objetivos de gestión del Plan Nacional de Residuos Urbanos.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Informe de Síntesis de 1999.

La inversión global, prevista para la duración del Plan Nacional de Residuos Urbanos, alcanza la cifra de 552.000 millones de pesetas, de los que una parte importante se financiará con Fondos Comunitarios. Actualmente, en España se generan más de 17 millones de toneladas anuales de residuos urbanos, es decir 1,2 kilos por habitante y día, habiendo aumentado más del 70% en los últimos diez años. De los residuos generados actualmente, un 74% tienen como destino el vertedero, cuando la media de los países de la OCDE está situada en el 60%. Alrededor del 13% se destinan a compostaje y sólo cerca del 12% se recicla.

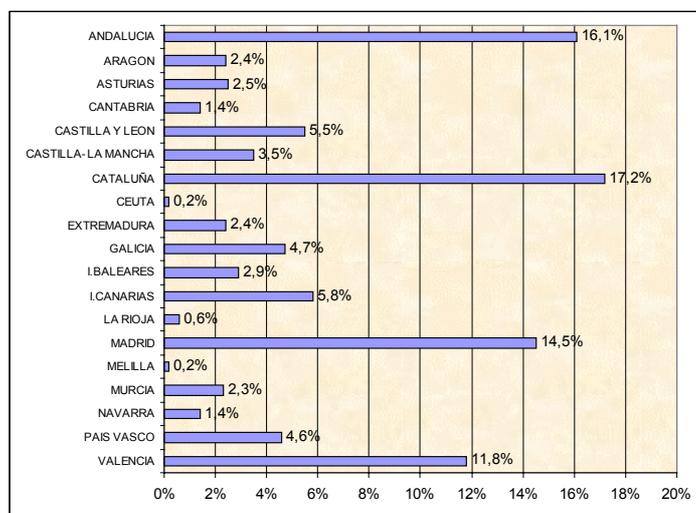


Figura 15: Generación de residuos urbanos en las diferentes CCAA.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. Informe de Síntesis 1999.

La generación de residuos urbanos tiene un crecimiento permanente, habiéndose incrementado las cifras, tanto en valores absolutos como en unitarios por habitante y año, en más del 30% entre los años 1991 y 1998. Existen importantes diferencias regionales: Baleares y Canarias, tienen los mayores índices unitarios, mientras que Aragón, Galicia y Castilla-La Mancha los menores. Las diferencias entre el mayor y el menor índice supera más del 100%.

Según el sistema de eliminación y tratamiento de los residuos, hay una absoluta preponderancia del vertedero. Se destaca una importante variación entre 1991 y 1998,

pasando el vertido controlado del 48,6% al 57,5%, mientras que el incontrolado pasa del 31% al 14,7%.

De la evolución en la dotación de instalaciones para el tratamiento de residuos urbanos sobresale el importante incremento tanto de los vertederos controlados como de las estaciones de transferencia, y la disminución de las incineradoras sin recuperación de energía.

### **Turismo**

El turismo se ha convertido en un pilar básico de la economía española y el sector económico que más directamente lo atiende genera un gran valor añadido, el 11,1% del PIB total, intensivo en empleo, más de 800.000 empleos en 1998, el 9,8% del total, y con fuertes efectos de arrastre sobre otras actividades.

Este gran desarrollo turístico ha tenido importantes efectos positivos sobre la economía de algunas regiones, llevando a su población a ocupar los primeros lugares en términos de renta por habitante, pero también ha impulsado algunos efectos negativos sobre los recursos naturales, planteando serias dudas respecto a su sostenibilidad y, en última instancia, afectando a la calidad de vida de las zonas turísticas. La masificación en las playas, la congestión de las carreteras y de los servicios públicos, la escasez de agua potable (especialmente acusada en las islas), la creciente generación de residuos sólidos urbanos, el incremento en la demanda energética, la continua degradación de ecosistemas, la presión sobre los espacios protegidos y la ocupación desordenada del suelo, son algunos ejemplos de pautas insostenibles.

Por otro lado, la dimensión internacional del turismo en España ha adquirido una progresiva importancia, tanto como país receptor como en cuanto emisor. Los ingresos por servicios turísticos en la balanza de pagos han alcanzado los 33.711 millones de Euros en el año 2000 (el 58% de los ingresos totales por servicios).

El sector turístico tiene una evidente relación con el medio físico: presenta una amplia escala territorial (tendiendo a extenderse hacia espacios “vírgenes”), ejerce presión sobre el medio (espacios litorales, pero también áreas con patrimonio histórico-cultural o espacios naturales), y es un sector intensivo en el empleo de recursos (agua, energía, transporte, etc.)

El desarrollo histórico de la actividad turística, basado en el modelo llamado de ‘*sol y playa*’, se ha traducido en la congestión en amplias zonas de turismo más tradicional, excediendo la capacidad de carga de algunos ecosistemas y generando problemas de integración social en áreas de fuerte crecimiento.

Cabe destacar, sin embargo, que en los últimos años el sector turístico ha progresado en la incorporación de consideraciones de calidad, en general, y sobre sostenibilidad, en particular. La racionalización de la oferta turística se ha revelado como una notable oportunidad para frenar tendencias insostenibles no sólo a nivel ambiental, sino también por su impacto decisivo sobre la estructura del mercado de trabajo, el sistema de incentivos para la formación, o la vulnerabilidad y dependencia de las fluctuaciones de la demanda y las discontinuidades estacionales.

## **Agricultura**

El desarrollo de sus sistemas productivos desde formas tradicionales hacia formas modernizadas, intensivas y fuertemente industrializadas ha aumentado el grado de integración de la agricultura con el conjunto del sistema económico, pero también puede generar problemas de insostenibilidad, tanto en el ámbito medioambiental como en los planos social y económico.

España está a la cabeza de la UE en cuanto a porcentaje de superficie dedicada a cultivos y en superficie dedicada a prados y pastizales y supera la media comunitaria de población agrícola activa en más de tres puntos. No obstante, se constata la progresiva disminución de la población activa en el sector agrario, dando lugar a una creciente dificultad para fijar la población al territorio rural, con especial incidencia en la España interior. Este progresivo despoblamiento tiene fuertes implicaciones ambientales asociadas al abandono de la actividad agraria.

La evolución del sector agrario español puede caracterizarse por la dualidad. Por una parte, se evidencia un intenso proceso de modernización en zonas con gran potencial productivo asociado a fenómenos como la intensificación, la especialización y la concentración de la producción. En paralelo, se producen procesos de marginación en las zonas con peores condiciones naturales para la competitividad, pero en las que el carácter multifuncional de la agricultura puede tener efectos positivos sobre la conservación del medio y de los asentamientos poblacionales. En determinados espacios rurales, el declive de la actividad agraria se ve compensado en gran medida por el incremento de la demanda de ocio y turismo, y de otras actividades alternativas.

Todo ello hace de las actividades agrícolas un sector crucial para la gestión sostenible de los recursos naturales; más aún si se considera su dependencia de las condiciones naturales y climáticas y el hecho de que suponga el principal usuario de los recursos de agua (con una fuerte disociación espacial y temporal) y suelo.

Por otro lado, es preciso subrayar que gran parte de los retos que se plantean en torno a este sector tienen una clara dimensión internacional: revisión del comercio internacional de productos agrarios y alimentarios (OMC), marco de las políticas comunitarias (última reforma de la Política Agrícola Común, seguridad alimentaria, etc.). No obstante, las nuevas demandas hacia el sector (alimentación más sana y de mayor calidad) y hacia la función de la actividad agraria como sostenedora del medio (consideración creciente de la *multifuncionalidad* de la agricultura), la mayor sensibilización del consumidor hacia los impactos sobre el medio ambiente y la valoración del ocio en espacios rurales son factores que incidirán en los patrones de sostenibilidad a medio y largo plazo de la agricultura española.

En el ámbito de la Unión Europea, el porcentaje de la participación de la agricultura española en el total de la producción final del territorio comunitario representa el 12,3%. La participación de los sectores agrario y pesquero sobre el total de la economía nacional ha venido perdiendo importancia, pasando de representar el 5,4% del PIB en precios corrientes en 1987 al 3,1% en 1999. Sin embargo, en términos absolutos la producción final agraria ha experimentado un crecimiento sistemático, pasando de los 2,8 billones de pesetas en 1986 a 3,1 billones de pesetas en 1995 y 3,3 billones en 1999.

En cuanto a los usos se aprecia un peso relevante del terreno forestal, seguido de los cultivos de secano y pastizales.

Con respecto a la cabaña ganadera, los datos más llamativos son la casi duplicación del número de cabezas de porcino entre los años 1985 y 1998, un notable incremento del ovino, el moderado crecimiento del bovino y el estancamiento de la cabaña de caprino.

Tabla 4: GANADO: Serie histórica del censo de animales, por especies (miles de cabezas).

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Años	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Equino		
					Caballar	Mular	Asnal
1985	4.930	16.954	2.584	11.960	252	137	151
1990	5.126	24.037	3.663	16.001			
1995	5.512	21.323	2.605	18.163			
1996	5.926	23.982	2.935	18.652			
1997	5.884	24.857	3.007	19.556			
1998	6.065	23.751	2.725	21.783			

Tabla 5: Serie histórica de la distribución de la superficie geográfica nacional por grandes grupos de usos y aprovechamientos. (Miles de ha).

NOTA: Este cuadro es una recopilación de la información sobre distribución general de la tierra que ha aparecido en los sucesivos Anuarios Estadísticos del Ministerio de Agricultura. Los conceptos de la clasificación han variado a lo largo del período transcurrido, por lo que ha sido necesario establecer equivalencias entre los conceptos de las sucesivas clasificaciones. Para un estudio más detallado remitimos al lector a cada Anuario.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Años	Prados naturales		Pastizales	Terreno forestal			Otras superficies	Asociación de cultivos herbáceos o barbecho
	Secano	Regadío		Monte maderable	Monte abierto	Monte leñoso		
1990	1.186	204	5.368	7.189	3.636	4.981	7.734	269
1995	1.146	353	5.507	7.216	4.211	4.964	8.337	316
1996	1.095	176	5.204	7.241	4.130	5.042	8.456	361
1997	1.244	146	5.211	7.255	3.866	5.177	8.535	197

Años	Tierras de cultivo								
	Ocupación por cultivos herbáceos		Barbechos y otras tierras no ocupadas		Ocupación por cultivos leñosos		Total		Total
	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	
1985	8.819	2.172	4.400	173	4.190	662	17.409	3.006	20.415
1990	8.899	2.274	3.979	183	4.096	741	16.973	3.199	20.172
1995	8.116	2.159	3.561	210	3.899	809	15.575	3.178	18.753
1996	8.281	2.309	3.583	278	3.854	840	15.717	3.427	19.144
1997	8.203	2.349	3.478	254	3.889	885	15.570	3.488	19.059

## **Bosques**

Los montes o terrenos forestales ocupan en España unos 26 millones de hectáreas, lo que representa el 51,4% de la superficie total que comprende el país. Debido a su dimensión, estos terrenos desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de la Biosfera, y contribuyen ciertamente a regular los ciclos biológicos relacionados con el agua y el Carbono.

La clasificación española de los terrenos, atendiendo a los usos del suelo, dividen éste en cinco grandes clases.

1. Zonas Forestales.
2. Zonas Agrícolas.
3. Zonas Húmedas.
4. Superficies Artificiales.
5. Superficies de Aguas.

Atendiendo a esta clasificación, que se ajusta a la aplicada para Europa en el proyecto CORINE LAND COVER, los montes o zonas forestales comprenden las masas boscosas densas y claras, los espacios cubiertos de vegetación arbustiva, de matorral y/o herbácea y los espacios abiertos con poca o nula vegetación.

De acuerdo con el Inventario Forestal Nacional, una vez actualizados los datos con los de las Comunidades Autónomas<sup>5</sup> en las que se ha comenzado la 3ª fase del inventario (1997-2000), la superficie forestal española asciende a 26 millones de hectáreas (26.273.235 hectáreas), equivalentes a un 51,93% del territorio nacional, porcentaje muy superior al de la mayoría de los países europeos, con la excepción de los escandinavos y de Rusia. A diferencia de lo que ocurre en Europa, buena parte de la superficie forestal está desarbolada, pues tan solo el 56% (14.732.247 has) de esta superficie está arbolada.

Debido a las condiciones climáticas existentes en España, los montes arbolados, las formaciones arbustivas y de matorral, herbazales y vegetación subdesértica que pueden encontrarse en distintas partes de España corresponden a los diferentes tipos estructurales de la península y de los archipiélagos balear y canario, definidos por el Mapa Forestal Español, así como a la intensa influencia humana que ha habido a lo largo de los tiempos.

---

<sup>5</sup> Galicia, Asturias, Cantabria, Navarra, Madrid, Murcia, Islas Baleares



## INFORMACION SOBRE LOS INVENTARIOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

### METODOLOGIA

En España la elaboración de los inventarios de gases de efecto invernadero se realiza utilizando como partida el inventario base CORINE-AIRE (traducción del proyecto europeo CORINAIR que coordina en la actualidad la Agencia Europea de Medio Ambiente).

El inventario CORINE-AIRE cubre prácticamente la totalidad de las actividades contempladas en la versión más actualizada de la denominada nomenclatura SNAP (acrónimo inglés de Selected Nomenclature for Air Pollution) desarrollada en el proyecto CORINAIR y que ha sido armonizada con la de IPCC/OCDE del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, y la de EMEP (acrónimo inglés de European Monitoring and Evaluation Programme) de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (CEPE). La SNAP-97 se estructura en tres niveles jerárquicos denominados: Grupo, Subgrupo, Actividad.

El nivel superior, Grupo, consta de 11 divisiones que reflejan las grandes categorías de actividades antropogénicas y naturales.

El nivel intermedio, Subgrupo, divide al anterior en 76 clases que reflejan la estructura de las actividades emisoras de acuerdo con sus especificaciones tecnológicas y socioeconómicas.

El nivel más desagregado, Actividad, contabilizándose un total de 430 actividades/subgrupos emisores o captadores de gases atmosféricos.

### GASES CONSIDERADOS

El inventario contempla en la actualidad treinta contaminantes, entre los que están incluidos todos los que la Convención Marco requiere, esto es:

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)  
Metano (CH<sub>4</sub>)  
Óxido nítrico (N<sub>2</sub>O)  
Hidrofluorocarburos (HFCs)  
Perfluorocarburos (PFCs)  
Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)  
Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)  
Monóxido de carbono (CO)  
Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM)  
Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

En el caso de los hidrofluorocarburos y perfluorocarburos se han incluido las especies químicas individuales integradas en ambos grupos.

## FUENTES EMISORAS

Entre las fuentes emisoras se ha distinguido, de acuerdo con la metodología CORINE-AIRE, dos categorías básicas: las *superficiales* y las *puntuales*.

Las **fuentes superficiales** se componen en general de diversas unidades emisoras (actividades del sector primario como las agrícola-ganaderas y las extractivas, instalaciones industriales, establecimientos y unidades comerciales y residenciales) que por su reducida significación individual o por la forma en que se presenta su información de base (desglose por unidades territoriales) han de tratarse de forma agregada sobre una determinada área geográfica.

Las **fuentes puntuales** son aquellas que por su significación para el Inventario deben tratarse de forma individualizada y son las que a continuación se señalan:

Centrales Térmicas

Refinerías de petróleo

Fabricación de Acido sulfúrico

Fabricación de Acido nítrico

Fabricación de pasta de papel

Fabricación de automóviles

Plantas siderúrgicas integrales

Producción de aluminio electrolítico

Plantas incineradoras de residuos

Aeropuertos: Se incluyen aquellos con más de 100.000 ciclos de aterrizaje-despegue (LTO) por año.

## PROCEDIMIENTOS DE ESTIMACION

El método de estimación de las emisiones depende de la naturaleza de la actividad considerada y de la disponibilidad de la información de base. La elección del método se orienta a obtener el resultado más preciso de las emisiones de cada actividad examinada. Los métodos de estimación aplicados se pueden clasificar en cuatro grandes categorías:

### **Métodos basados en datos de emisiones observadas.**

En estos métodos se parte de la observación directa de la variable de interés que es la emisión, y dentro de ellos, a su vez, pueden distinguirse los de:

Medición continua.

Mediciones a intervalos periódicos.

### **Métodos basados en balances de materiales.**

A su vez en esta categoría se pueden distinguir los basados en:

Balance simple de materiales.

Balance completo.

### **Métodos basados en modelos funcionales estadísticos: Modelización/correlación.**

Estos métodos se basan en los resultados de trabajos previos de estimación de relaciones funcionales o de correlación entre ciertas variables físico-químicas y las emisiones de determinadas actividades. Se aplica, por ejemplo, para la estimación de las emisiones del

grupo SNAP 7 (Transporte), donde se dispone de relaciones funcionales ajustadas por análisis de regresión.

### **Métodos basados en factores de emisión: factores y variables de actividad.**

Este tipo de métodos, que ha sido el de uso más generalizado en la elaboración del Inventario, es siempre considerado como la opción de reserva (*factores por defecto*), y se aplica únicamente cuando se carece de otra alternativa más precisa para la estimación de las emisiones.

Se han adoptado los enfoques para la estimación de las emisiones recomendados en las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996” en todas aquellas actividades para las cuales dichos enfoques se consideraban como los más ajustados, teniendo en cuenta los recursos y datos disponibles. De hecho, esa metodología IPCC fue la única empleada para estimar las emisiones de hidrofluorocarburos, perfluorocarburos y hexafluoruro de azufre y, esencialmente también, la utilizada para estimar las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso originadas en los procesos sin combustión.

La metodología adoptada para la estimación de las emisiones de los gases fluorados fue la denominada enfoque real (*actual approach*). El enfoque potencial (*potential approach*) complementario no se consideró viable ya que en el nivel máximo de desagregación de la nomenclatura de comercio exterior no se puede identificar las transacciones comerciales por tipo de gas individual, es decir de: i) HFC-23; HFC-125; HFC-134 a; HFC-143 a; HFC-227 ea, HFC-236 fa dentro del grupo de los HFCs; ii) CF<sub>4</sub>; C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>; C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>; C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>; dentro del grupo de los PFCs; y iii) SF<sub>6</sub>.

Con respecto a las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso originadas en las actividades de combustión, el enfoque adoptado fue básicamente el propuesto en el Libro Guía de CORINAIR/EMEP. Una vez tabuladas las emisiones para los cruces de actividades y contaminantes de la SNAP-97, se utilizó la tabla de correspondencia oficial entre actividades SNAP-97 y las fuentes de emisión IPCC para generar las estimaciones de emisiones de los gases de efecto invernadero correspondientes a las actividades IPCC. Finalmente, las estimaciones obtenidas se traspasaron al conjunto de las tablas del formulario común (CRF).

## **RESULTADOS**

Para el análisis de los resultados se toman las cifras estimadas de emisiones que se presentan, ponderadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del IPCC correspondientes a 1995, en términos de gigagramos (Gg) de CO<sub>2</sub>-equivalente. Como período base de referencia se toma, para el caso español, el año 1990 para el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O y el año 1995 para los gases fluorados. El intervalo de años considerado se extiende de 1990 a 1999.

## ANALISIS AGREGADO

En la tabla 6 se muestran tanto en términos absolutos (Gg CO<sub>2</sub>-equivalente) como en términos del índice temporal (100 en el año base) los valores correspondientes a las emisiones totales. La representación de este índice se ofrece en la figura 17. De la observación de los datos anteriores se desprende que las emisiones totales se sitúan en 1999 en un 23,2% por encima del año base, valor que se reduce a un 13,8% cuando se compara la media del último quinquenio, 1995-1999, con el mismo año base. En conjunto la evolución del índice ha venido marcada por un crecimiento sostenido en el período inventariado, excepción hecha de los años 1993 y 1996 en que se registran descensos respecto al año anterior. En términos de pendiente de la curva, el intervalo 1990-1996 se caracteriza por un crecimiento más moderado que el correspondiente al intervalo 1996-1999. Esta variabilidad de la evolución parece estar puntualmente (puntas/valles anuales) relacionada con la mejor o peor hidraulicidad del año considerado y la implicación paralela del recurso a los combustibles fósiles para la producción de electricidad, si bien otra serie de factores adicionales como la expansión general del consumo de combustibles y de la actividad industrial están en la base del cambio de pendiente observado entre los dos subintervalos temporales antes indicados, 1990-1996 y 1996-1999.

Tabla 6: Evolución del Agregado de Emisiones

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

Año base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	308.536,60	305.832,15	312.503,29	321.814,71	306.553,79	324.159,00	336.738,94	332.080,40	349.040,19	358.368,77	380.192,50

### Índice anual

Año base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	100,00	99,12	101,29	104,30	99,36	105,06	109,14	107,63	113,13	116,15	123,22

### Índice media quinquenal

Año base	1990-1994	1991-1995	1992-1996	1993-1997	1994-1998	1995-1999	
	100,00	101,83	103,83	105,10	106,86	110,22	113,85

## ANALISIS POR GASES

En la tabla 7 se recogen las estimaciones de las emisiones por tipo de gas para los seis grupos o especies ya indicados con efecto directo sobre el calentamiento: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, y SF<sub>6</sub>. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO<sub>2</sub>-equivalente) y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año base).

Tabla 7: Evolución de las Emisiones por Tipo de Gas

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

GAS	Año base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CO <sub>2</sub>	226.057,18	226.057,18	233.257,40	242.275,39	229.514,84	242.279,41	252.957,59	240.847,67	257.712,53	268.478,67	281.059,12
CH <sub>4</sub>	34.739,26	34.739,26	35.291,44	36.181,30	36.728,60	37.715,67	38.704,29	40.700,26	42.580,27	40.643,41	45.047,85
N <sub>2</sub> O	41.235,89	41.235,89	40.509,26	39.620,92	37.168,58	39.395,38	38.572,79	43.234,80	40.889,60	41.307,09	44.019,39
HFCs	5.595,48	2.893,64	2.574,47	2.869,31	2.258,39	3.885,26	5.595,48	6.411,73	6.922,75	7.014,91	9.146,08
PFCs	790,37	828,41	787,14	781,85	793,76	785,15	790,37	758,93	784,32	749,62	695,53
SF <sub>6</sub>	118,42	77,77	83,58	85,94	89,63	98,13	118,42	127,00	150,71	175,07	224,54
<b>TOTAL GASES</b>	<b>308.536,60</b>	<b>305.832,15</b>	<b>312.503,29</b>	<b>321.814,71</b>	<b>306.553,79</b>	<b>324.159,00</b>	<b>336.738,94</b>	<b>332.080,40</b>	<b>349.040,19</b>	<b>358.368,77</b>	<b>380.192,50</b>

### Índice anual

GAS	Año base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CO <sub>2</sub>	100,00	100,00	103,19	107,17	101,53	107,18	111,90	106,54	114,00	118,77	124,33
CH <sub>4</sub>	100,00	100,00	101,59	104,15	105,73	108,57	111,41	117,16	122,57	117,00	129,67
N <sub>2</sub> O	100,00	100,00	98,24	96,08	90,14	95,54	93,54	104,85	99,16	100,17	106,75
HFCs	100,00	51,78	46,07	51,35	40,41	69,51	100,00	109,76	110,98	97,60	116,88
PFCs	100,00	104,86	99,64	98,96	100,47	99,38	100,00	95,45	97,84	92,39	84,26
SF <sub>6</sub>	100,00	65,67	70,58	72,57	75,68	82,87	100,00	107,25	127,27	147,83	189,61
<b>TOTAL GASES</b>	<b>100,00</b>	<b>99,12</b>	<b>101,29</b>	<b>104,30</b>	<b>99,36</b>	<b>105,06</b>	<b>109,14</b>	<b>107,63</b>	<b>113,13</b>	<b>116,15</b>	<b>123,22</b>

Al efectuar el examen por tipo de gas, véase la figura 16, la primera observación a destacar es la gran diferencia que en el peso absoluto de las emisiones se advierte entre el CO<sub>2</sub> como componente dominante, sólo ligeramente por debajo del 75%, y el conjunto de los restantes gases. A su vez, dentro de éstos, el par formado por el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O, con una cuota oscilante, según años, entre el 24,5% y el 23% se configura como un segundo bloque en importancia. Finalmente aparece el conjunto de los gases fluorados con una participación en torno al 2,5%. Al comparar las tres gráficas de la figura 16, se puede apreciar cómo la contribución del CO<sub>2</sub> ha mostrado sólo una muy tenue variación, 73% -74%, entre la ponderación del año base y las correspondientes tanto al año 1999 como a la media del quinquenio 1995-1999. La misma estabilidad relativa puede observarse para el CH<sub>4</sub>, con un rango de oscilación inferior al 1%,

pues su horquilla para dichos periodos se sitúa entre el 11%-12%. El N<sub>2</sub>O refleja una caída de su contribución relativa que pasa del 13,3% en el año base a 11,8%-11,6% respectivamente en el quinquenio 1995-1999 y en el año 1999. Para los gases fluorados, la estabilidad o ligera disminución de los PFCs, contrasta con los significativos incrementos relativos en los HFCs y el SF<sub>6</sub>, si bien todos ellos se mantienen dentro de unos niveles absolutos bajos en el año 1999, HFCs (2,5%), PFCs (0,2%) y SF<sub>6</sub> (0,05%).

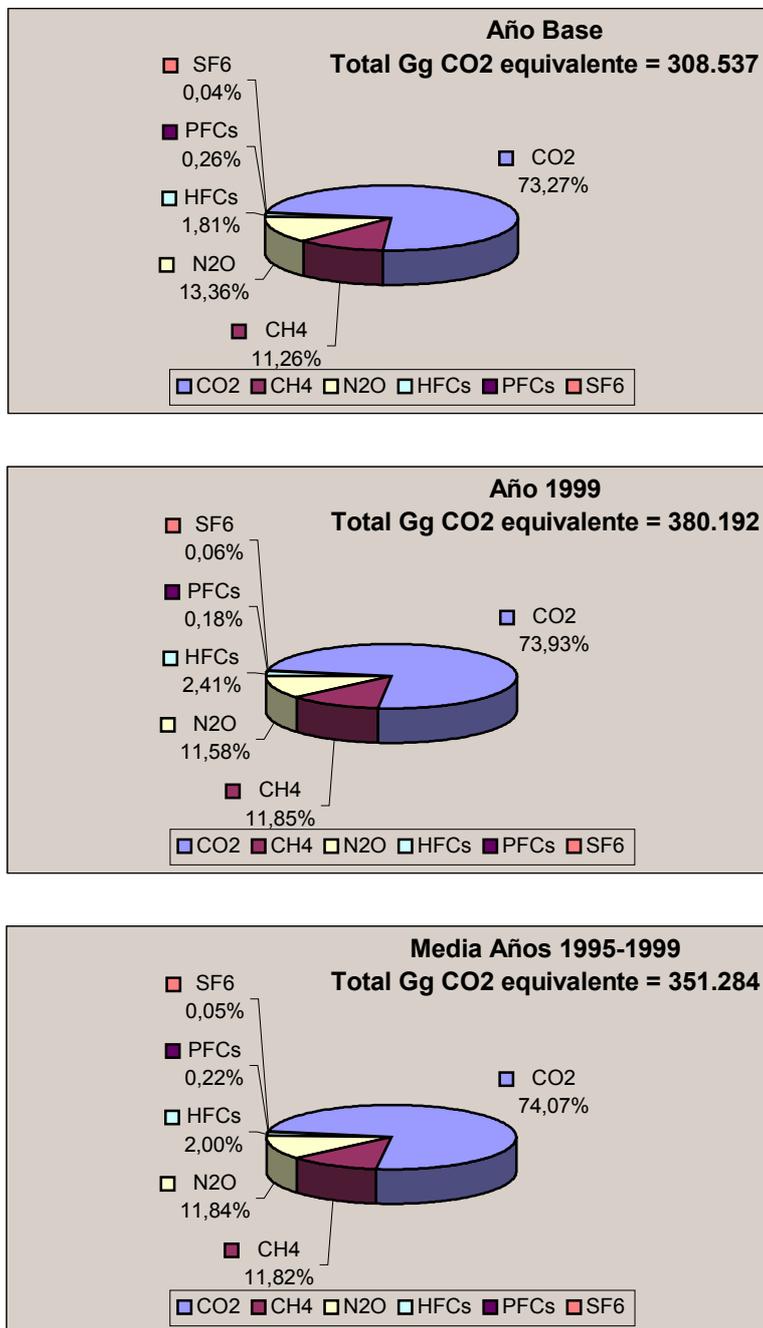


Figura 16: Contribución por Gases a las Emisiones

En el figura 17 se presentan los índices de variación temporal, recogiendo en la parte superior los correspondientes a los tres gases de mayor contribución y en la inferior a los gases fluorados. Al observar en la parte superior la evolución del CO<sub>2</sub> se pueden apreciar los mínimos relativos de los años 1993 y 1996, así como el incremento de la pendiente al pasar del subintervalo 1990-1996 al 1996-1999, pautas que se reflejan en gran medida en la

evolución ya comentada del índice agregado. La evolución del CH<sub>4</sub> es más uniforme a lo largo de todo el período y, en conjunto, muestra un crecimiento paralelo al del CO<sub>2</sub>. El N<sub>2</sub>O sigue una evolución distinta a la de los dos gases anteriores con un descenso relativo en el subintervalo 1990-1995, pasando a crecer en los años posteriores pero con una tasa de variación que sitúa su nivel en el año 1999 a la misma cota que en el año 1996. En cuanto a los gases fluorados se aprecian diferencias entre la evolución de los PFCs, estable-decreciente, y la de los HFCs y SF<sub>6</sub>, para los que tras un primer intervalo estable, 1990-1993, se observa un crecimiento paralelo en el intervalo 1994-1999.

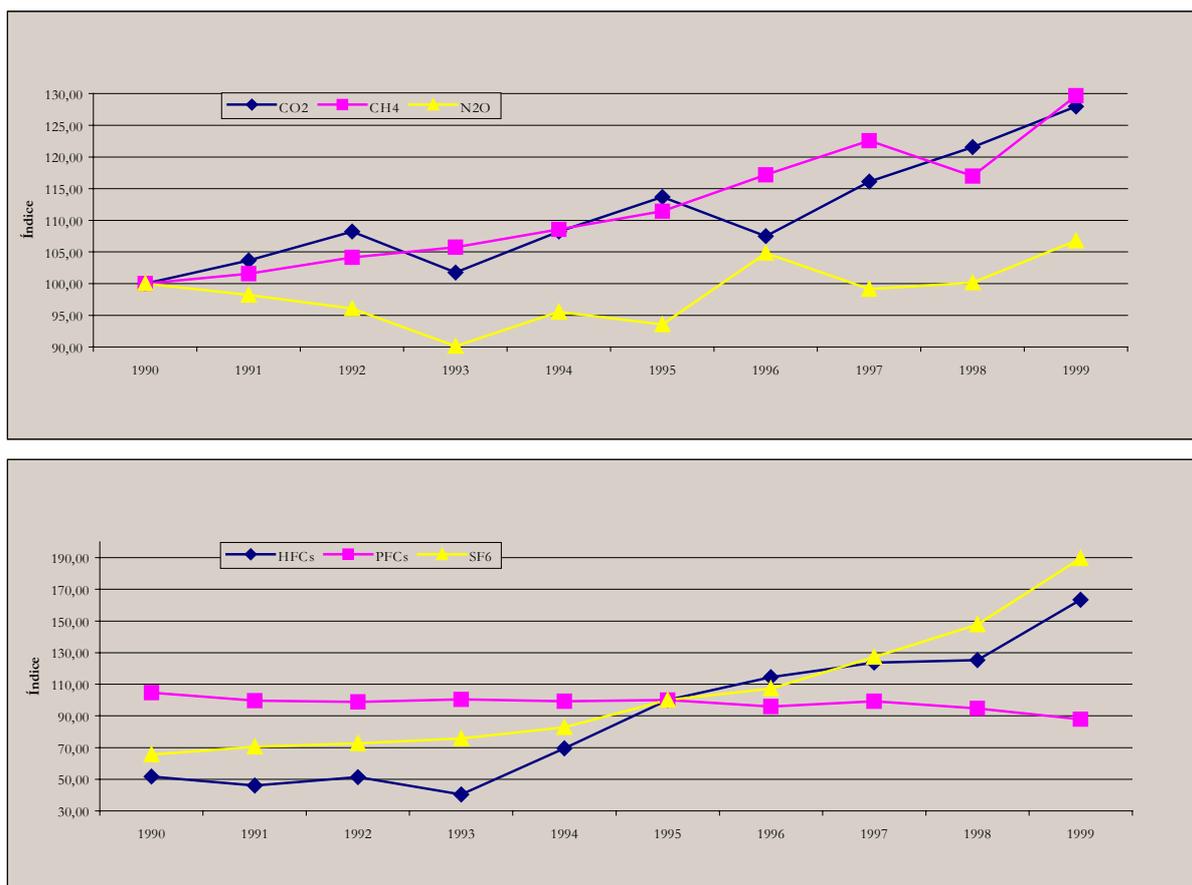


Figura 17: Índices de Evolución de las Emisiones por Gases

La heterogeneidad de los subgrupos HFCs y PFCs en cuanto a los gases individuales que en ellos se incluyen hace particularmente difícil la generalización de los comentarios. Ahora bien, con respecto a las perspectivas de evolución futura, parece apuntarse una estabilización en las emisiones procedentes de la producción y un crecimiento significativo en las emisiones procedentes de las actividades de consumo. Para los tres gases restantes, los incrementos experimentados entre el año 1990 y el año 1999 por el CO<sub>2</sub> (24,3%) y por el CH<sub>4</sub>, (29,6%) son sólo parcialmente compensados por la moderada subida del N<sub>2</sub>O (6,7%) en la determinación de la tasa de variación ponderada (23,2%) del agregado de emisiones.

## ANALISIS POR SECTORES

En la tabla 8 se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: energía, procesos industriales, uso de disolventes y otros productos, agricultura, y tratamiento y eliminación de residuos. Se hace una reseña *pro-memoria* del grupo de cambios de uso del suelo y silvicultura, para el que no se contabilizan emisiones sino captaciones netas de CO<sub>2</sub>. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO<sub>2</sub>-equivalente) y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año base) para cada grupo considerado.

Tabla 8: Evolución de las Emisiones por Sectores

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

SECTOR	Año base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. Energía	216.035,06	216.035,06	223.956,91	234.709,16	222.111,57	233.279,03	243.992,45	231.885,18	248.623,46	258.455,57	270.261,70
2. Procesos industriales	26.130,50	23.426,05	22.227,27	20.683,02	19.017,47	23.161,70	26.044,96	26.651,71	27.906,24	29.083,94	32.801,63
3. Uso de disolventes y otros productos	1.553,95	1.553,95	1.577,33	1.568,11	1.486,31	1.535,09	1.587,88	1.683,92	1.766,76	1.889,90	1.940,51
4. Agricultura	53.240,53	53.240,53	52.590,41	52.093,11	50.253,43	51.762,09	50.546,00	56.175,67	53.961,91	51.304,46	56.826,24
6. Tratamiento y eliminación de residuos	11.576,56	11.576,56	12.151,37	12.761,31	13.685,01	14.421,09	14.567,64	15.683,93	16.781,82	17.634,90	18.362,43
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>308.536,60</b>	<b>305.832,15</b>	<b>312.503,29</b>	<b>321.814,71</b>	<b>306.553,79</b>	<b>324.159,00</b>	<b>336.738,94</b>	<b>332.080,40</b>	<b>349.040,19</b>	<b>358.368,77</b>	<b>380.192,50</b>
5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22	-29.252,22

### Índice anual

SECTOR	Año base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. Energía	100,00	100,00	103,67	108,64	102,81	107,98	112,94	107,34	115,08	119,64	125,10
2. Procesos industriales	100,00	89,65	85,06	79,15	72,78	88,64	99,67	101,99	106,80	111,30	125,53
3. Uso de disolventes y otros productos	100,00	100,00	101,50	100,91	95,65	98,79	102,18	108,36	113,69	121,62	124,88
4. Agricultura	100,00	100,00	98,78	97,84	94,39	97,22	94,94	105,51	101,35	96,36	106,73
6. Tratamiento y eliminación de residuos	100,00	100,00	104,97	110,23	118,21	124,57	125,84	135,48	144,96	152,33	158,62
<b>TOTAL SECTORES</b>	<b>100,00</b>	<b>99,12</b>	<b>101,29</b>	<b>104,30</b>	<b>99,36</b>	<b>105,06</b>	<b>109,14</b>	<b>107,63</b>	<b>113,13</b>	<b>116,15</b>	<b>123,22</b>

Al efectuar el examen por sector de actividad, véase la figura 18, destaca en primer lugar la contribución dominante del grupo de la energía con un peso que oscila entre 70% en el año 1990 y en torno al 71% tanto en la media del quinquenio 1995-1999 como en el año 1999. Debe tenerse en cuenta que este grupo de IPCC recoge, además de las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles, las cuales son muy relevantes para determinados

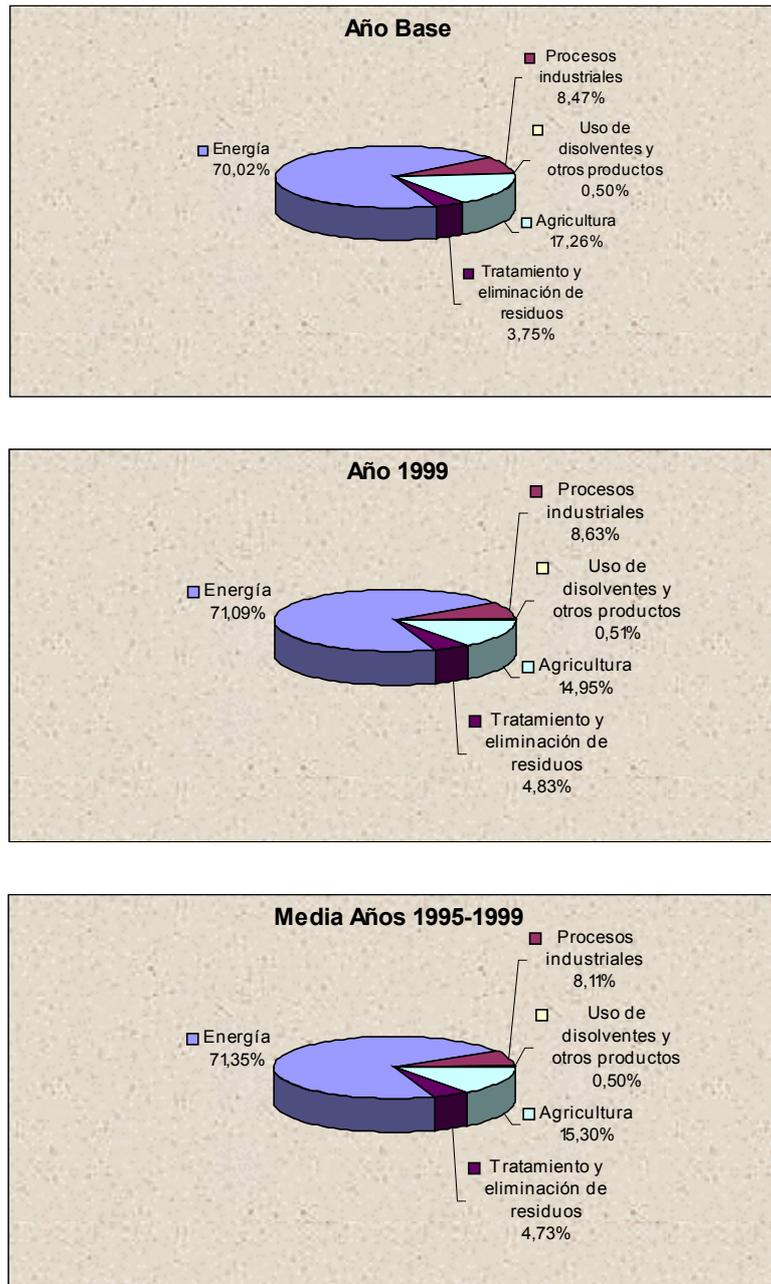


Figura 18: Contribución por Sectores a las Emisiones

gases tales como los COVNM y CH<sub>4</sub>. En segundo lugar, aunque a gran distancia del grupo anterior, se sitúa la contribución de la agricultura, con cuotas que oscilan en torno al 17% en el año base y alrededor del 15% para el quinquenio 1995-1999 y el año 1999. El tercer grupo en importancia lo constituyen los procesos industriales (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo energía), y cuya contribución se sitúa sin grandes oscilaciones en torno al 8,5%. El grupo de tratamiento y eliminación de residuos experimenta un crecimiento relativo pasando su contribución del 3,7% en el año base a cifras en torno al 4,8% en la media y en el último de los años del subintervalo 1995-1999. Finalmente, queda por mencionar la contribución marginal y estable, 0,5%, del grupo uso de disolventes y otros productos, que está relativamente poco relacionado con los gases de efecto invernadero directo pues su contribución esencial corresponde a los COVNM.

En la figura 19 se presentan los índices de variación temporal, mostrándose en la parte superior los correspondientes a los sectores energético y agrícola y en la inferior a los sectores de procesos industriales (excluidos los de combustión), de tratamiento y eliminación de residuos y de uso de disolventes y otros productos.

Por lo que respecta al sector energético se reproducen en gran medida los perfiles más arriba comentados con relación al agregado de emisiones y al CO<sub>2</sub> (figura 17) lo que se justifica por la estrecha relación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el sector energético y de ambos con el agregado de emisiones. En el sector de agricultura se aprecia una tendencia a la baja entre los años 1990 y 1995, a la que sigue, en el periodo 1995-1999, una evolución oscilante con tendencia al alza. El sector de tratamiento y eliminación de residuos es el que muestra la tendencia al alza más intensa y uniforme a lo largo de todo el período 1990-1999. Por último el sector de uso de disolventes y otros productos muestra, tras la fase estable de los años 1990-1992, un incremento sostenido a lo largo de los años 1993-1999 si bien su muy reducido nivel absoluto lo hace irrelevante respecto a la evolución del agregado. En resumen, se puede distinguir las evoluciones por un lado del grupo de la energía y de los procesos industriales que se sitúan en el año 1999 en torno al 25% por encima del año base, el grupo de tratamiento de residuos que alcanza en dicho año un nivel superior al 58% respecto al año de referencia, y por debajo de los anteriores, minorando ligeramente la contribución de los anteriores al crecimiento del agregado de emisiones, el sector agrícola con un incremento en torno al 7% respecto al año base.

Por último, hay que señalar que en el apéndice A se encuentran los cuadros resumen con las emisiones correspondientes a los años 1990 a 1999 desagregadas por sector y gas.

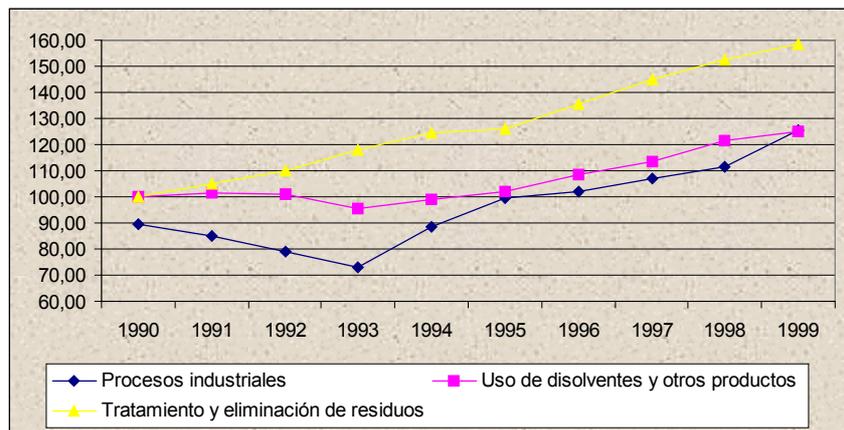
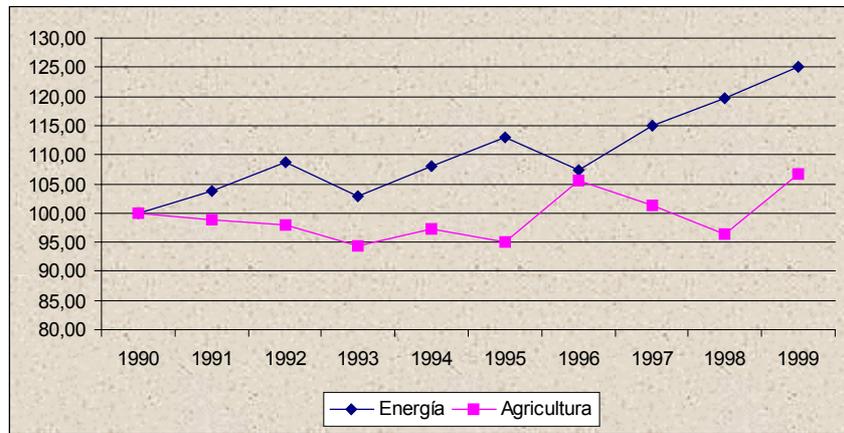


Figura 19: Índices de Evolución de las Emisiones por Sectores



## POLITICAS Y MEDIDAS

### **ENERGIA**

El primer intento de evaluar las tendencias y controlar de forma limitada las emisiones de ciertos gases, en particular el CO<sub>2</sub>, se aborda con la aprobación del Plan Energético Nacional 1991-2000, que mediante el ahorro de combustibles y la sustitución de parte de los mismos por energías renovables y gas natural produce una estimable reducción de las emisiones tendenciales de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. A mediados de 1995, el antiguo Ministerio de Industria y Energía revisó las previsiones del Plan Energético Nacional a la vista de su comportamiento durante el primer quinquenio de vigencia, introduciendo nuevos criterios ambientales y corrigiendo las desviaciones observadas, lo que se plasma en la ‘Estrategia Energética y Medioambiental’.

Con la puesta en marcha del Consejo Nacional del Clima, los antiguos Ministerios de Economía y Hacienda y de Industria y Energía profundizaron en la caracterización de las evoluciones de las emisiones y sus proyecciones hasta el 2010, así como en el estudio de las posibles actuaciones para limitar el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores energético e industrial, en el marco del cumplimiento de los objetivos cuantificados del Protocolo de Kioto. Este proceso se desarrolló coincidiendo con la elaboración del Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) y sirvió para fijar sus objetivos, entre ellos la participación de las fuentes renovables en al menos el 12% del consumo total de energía en el año 2010.

Los objetivos del PFER se asocian a un escenario Ahorro Base (AB), que supone una importante reducción del consumo con respecto al escenario Tendencial (T) y requiere políticas más activas de eficiencia energética y protección ambiental. Ambos escenarios comparten proyecciones de población y crecimiento económico, tanto a nivel agregado como sectorial, mientras que presentan diferencias en las hipótesis de evolución de los precios internacionales de la energía y en las actuaciones encaminadas a una mayor eficiencia energética y protección ambiental. En población suponen un ligero crecimiento hasta el 2010, mientras que el PIB suaviza su evolución después del año 2000 (tasa del 2,2% anual) frente al período 1995-2000 (tasa del 3,4% anual).

- Escenario Tendencial. Por lo que respecta a la evolución de consumos y la eficiencia energética, este escenario proyecta hacia el futuro las pautas de consumo que se han venido registrando durante los últimos años, adaptándolas en función de variables básicas como los precios energéticos, la población o el crecimiento económico, así como de los cambios que se producirán de forma autónoma. Este escenario no supone una extrapolación a futuro de los consumos del pasado; sino una continuidad en el tipo de actuaciones y apoyos públicos a la eficiencia energética, el medio ambiente y la innovación tecnológica.
- Escenario Ahorro Base. Frente al anterior, este escenario contempla una intensificación con respecto al pasado de las actuaciones en materia de eficiencia energética, no sólo por los mayores crecimientos de los precios del petróleo y de las principales materias primas energéticas consideradas en el escenario; sino también como consecuencia de la necesidad de inducir políticas más activas de eficiencia energética, protección ambiental y desarrollo

tecnológico desde las Administraciones Públicas. No obstante, este escenario no incorpora objetivos cuantificados de reducción de los consumos de energía o de emisiones de CO<sub>2</sub>; aunque es reflejo de una mayor preocupación por los problemas ambientales y por la reducción de la creciente dependencia energética de las fuentes fósiles. En este escenario, aspectos como el etiquetado de equipos consumidores de energía, incluidos los automóviles, juegan un papel más destacado, no sólo por su creciente incorporación en el ordenamiento jurídico, sino también por constituir un elemento de persuasión de fabricantes, constructores e instaladores, y de los propios consumidores, para orientar su actividad.

En los siguientes apartados se relacionan las principales políticas y medidas que directa o indirectamente limitan o reducen el balance neto de emisiones en el sector de la generación y transformación de la energía.

### Ley del Sector Eléctrico

El nuevo modelo de regulación del sistema eléctrico español nace de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que incorpora los criterios de la Directiva sobre ‘Normas comunes para el mercado interior de electricidad’, cuyo objeto es la liberalización de la industria eléctrica en la Unión Europea. El fin de la Ley es establecer la regulación del sector con el objetivo de garantizar el suministro con la calidad adecuada y con el menor coste posible, todo ello con la menor intervención estatal posible. Asimismo, la Ley tiene en cuenta la estrecha relación de la energía con el medio ambiente; en particular, la incidencia de la generación de energía eléctrica en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Este objetivo de compatibilizar liberalización y preservación ambiental se pone de manifiesto con el establecimiento de:

1. Un régimen especial de producción de energía eléctrica para instalaciones de gran eficiencia energética, para las que utilizan residuos y para las que usan recursos o fuentes de energía renovables.
2. Un Plan de Fomento de las Energías Renovables que recoge un objetivo de participación de este tipo de recursos en las necesidades de energía del 12% para el año 2010, en consonancia con lo marcado por el Libro Blanco de las Energías Renovables de la Comisión Europea.

### Real Decreto de Régimen Especial

Con la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico se establecen los principios de un nuevo modelo de funcionamiento que, en lo que se refiere a la producción, están basados en la libre competencia. La Ley hace compatible este fundamento con la consecución de otros objetivos, tales como la mejora de la eficiencia energética, la reducción del consumo y de las emisiones de gases de efecto invernadero. Así establece un régimen especial de producción de energía eléctrica diferenciado del ordinario.

El régimen especial ha estado regulado desde 1980. Sin embargo, el Real Decreto 2.818/1998, de 23 de diciembre -sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración-, adecua el funcionamiento

de dicho régimen a la nueva regulación e introducción de la competencia. Para ello crea un marco favorable en el que, sin limitar la libre competencia, se establecen situaciones diferenciadas para aquellos sistemas energéticos que contribuyen con mayor eficacia a alcanzar los objetivos antes señalados.

Tabla 9: Incentivos según el tipo de instalación en la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico.

Tipo de instalación	Potencia	Prima 1999 (Pts)	Prima 2000 (Pts)	Prima 2001 (Pts)
AUTOPRODUCTORES				
Instalaciones autoproductoras	P < 10 MW	3,20	3,08	4,10
	10 MW < P < 25 MW	$3,20*(P-40)/30$	$3,08*(P-40)/30$	$4,10*(P-40)/30$
	P > 25 MW	0,00	0,00	0,00
RENOVABLES				
Solares	P < 5 MW	60,00	60,00	60,00
	P > 5 MW	30,00	30,00	30,00
Eólicas		5,26	4,79	4,79
Geotérmica, olas y otras		5,45	4,97	4,97
Hidráulicas	P < 10 MW	5,45	4,97	4,97
	P > 10 MW	$5,45*(50-P)/40$	$4,97*(50-P)/40$	$4,97*(50-P)/40$
Biomasa primaria		5,07	4,61	4,61
Biomasa secundaria		4,70	4,26	4,26
No consumibles y no hidráulicas, biomasa, biocarburantes o residuos agrícolas, ganaderos o de servicios	P > 50 MW	1,00	0,95	1,17
RESIDUOS				
Residuos sólidos urbanos	P < 10 MW	3,70	3,50	4,30
	P > 10 MW	$1+2,7*(50-P)/40$	$1+2,5*(50-P)/40$	$1+3,3*(50-P)/40$
Tratamiento de purines	P < 15 MW	3,90	3,76	5,01
	15 MW < P < 25 MW	$3,9*(35-P)/20$	$3,76*(35-P)/20$	$5,01*(35-P)/20$
Tratamiento de lodos de depuradora	P < 10 MW	3,90	3,76	5,01
	10 MW < P < 25 MW	$3,9*(10/13+25-P/65)$	$3,76*(10/13+25-P/65)$	$5,01*(10/13+25-P/65)$
Tratamiento de otros residuos	P < 10 MW	2,50	2,41	3,21
	10 MW < P < 25 MW	$2,5*(40-P)/30$	$2,41*(40-P)/30$	$3,21*(40-P)/30$

En lo que se refiere a instalaciones basadas en energías renovables y de residuos, establece una serie de incentivos sin límite temporal, debido a que se hace necesario internalizar sus beneficios ambientales y a que, por sus especiales características y nivel tecnológico, sus mayores costes no les permite la competencia en un mercado libre.

Con los incentivos asignados a las energías renovables (ver tabla anterior) se espera que su aportación a la demanda energética sea como mínimo del 12% en el año 2010, como establece la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico.

Podrán acogerse al régimen especial las instalaciones de producción de energía eléctrica con potencia eléctrica instalada inferior o igual a 50 MW, que reúnan las siguientes características:

- 1) Instalaciones de autoprodutores que utilicen la cogeneración u otras formas de producción térmica de electricidad asociadas a actividades no eléctricas.
- 2) Instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o carburantes.
- 3) Instalaciones que utilicen como energía primaria residuos sólidos urbanos.
- 4) Instalaciones de tratamiento de residuos agrícolas, ganaderos y de servicios con una potencia instalada igual o inferior a 25 MW.

### *Plan de Fomento de las Energías Renovables*

La importancia que tiene el crecimiento sustancial de las fuentes de energía renovables, aumentando significativamente la parte de la demanda que es satisfecha con ellas, ha llevado, en el marco de la política energética nacional, a la elaboración del Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) para el período 2000-2010, aprobado el 30 de diciembre de 1999. El PFER establece unos ambiciosos objetivos de desarrollo para que, de acuerdo con la Ley del Sector Eléctrico, las fuentes renovables cubran al menos el 12% de la demanda total de energía en el año 2010. Este objetivo supone prácticamente la duplicación de la participación de las energías renovables en España, que fue del 6,3% en 1998, un 6,2% considerando el año hidráulico, eólico y solar medio.

Aún más, duplicar la participación de estas fuentes en un contexto de crecimiento de la demanda energética, implica multiplicar por más de dos la cantidad que deben aportar las energías renovables. Además, el grueso de la contribución actual de estas energías proviene de la generación de electricidad de origen hidráulico y de la biomasa (alrededor del 95% entre ambas), la primera con unas perspectivas limitadas de desarrollo, y la segunda que debe incorporar nuevas formas de utilización y obtención de recursos para alcanzar la importante contribución que se le asigna.

Por ello, duplicar la participación de las energías renovables implica cambios sustanciales de calidad y cantidad, que requieren la armonización de esfuerzos y voluntades, desde la consideración estratégica de estas energías como valor de futuro para el desarrollo económico y social del país, para la reducción de la acusada dependencia energética y para la mejora del medio ambiente.

La elaboración del PFER requería la utilización de escenarios hasta el año 2010. El objetivo de alcanzar el 12% en el 2010 se asocia al escenario Ahorro Base, lo que daría lugar a una contribución de las energías renovables de 16,6 Mtep en el 2010, en términos de energía primaria. Asimismo, la inversión total comprometida hasta el año 2006 es ligeramente superior a los 10.000 M€, con un apoyo público de más del 16% de la inversión total, con casi 2.585 M€ en primas a la energía producida y 2.610 M€ en incentivos fiscales.

1) Potenciación de la energía eólica:

- a. El objetivo es la instalación de una potencia adicional de 8.140 MW hasta el 2010 con un incremento de producción de 19.536 GWh y una reducción anual asociada que se estima entre 19,1 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a generación con carbón- y 7,7 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a ciclos combinados con gas natural-.

2) Potenciación de la biomasa:

El objetivo es el aprovechamiento de esta fuente de recursos con un potencial importante, tanto en ámbito urbano como rural. En este caso los sectores afectados son variados, no solamente el sector eléctrico; sino también los sectores agrícola y forestal, y los sectores doméstico y servicios, ya que la generación de biomasa puede ser de múltiples procedencias.

- a. Aplicación eléctrica: el objetivo es la instalación de una potencia de 1.708 MW hasta el año 2010 -incluyendo usos térmicos y de generación eléctrica- y un incremento de producción de 11.913 GWh, más una reducción anual asociada que se estima entre 12,5 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a generación con carbón- y 5,0 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a ciclos combinados con gas natural-.
- b. Aplicación térmica: el objetivo es el aprovechamiento energético de 900 ktep adicionales de biomasa en la industria (850 ktep) y en aplicaciones domésticas (50 ktep), con una reducción anual asociada que se estima en 2,6 Mt de CO<sub>2</sub> para el año 2010.

3) Potenciación de la minihidráulica:

- a. El objetivo es la instalación de 720 MW de nueva potencia hasta el año 2010 con un incremento de producción de 2.232 GWh y una reducción anual asociada que se estima entre 2,2 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a generación con carbón- y 0,9 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a ciclos combinados con gas natural-.

4) Potenciación del biogás:

- a. El aprovechamiento de gas procedente de las emisiones de los vertederos puede ser una medida para evitar las emisiones fugitivas de CH<sub>4</sub>, utilizando este combustible como fuente energética. El objetivo es la instalación de una potencia de 78 MW -generación eléctrica- hasta el 2010 con un incremento de producción de 494 GWh, más una reducción anual asociada que se estima entre 0,5 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a generación con carbón- y 0,2 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a ciclos combinados con gas natural-.

5) Potenciación de los biocarburantes:

- a. El objetivo es la producción de biocarburantes -básicamente etanol- a partir del aprovechamiento de cultivos, con un incremento de producción de 500 ktep y una reducción anual asociada que se estima en 1,4 Mt de CO<sub>2</sub>. Los sectores afectados serían el agrícola, el de la automoción y el de la distribución de productos petrolíferos.

6) Potenciación de Centrales Hidroeléctricas:

- a. El objetivo es el aprovechamiento de recursos para centrales hidroeléctricas de potencia superior a 10 MW e inferior a 50 MW, con una evaluación de la potencia a instalar de 350 MW con un incremento de producción de 700 GWh y una reducción anual asociada que se estima entre 0,7 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a generación con carbón- y 0,3 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a ciclos combinados con gas natural-.

7) Potenciación de la energía solar fotovoltaica:

- a. El objetivo en el año 2010 es la instalación de 135 MW, con un incremento de producción de 203 GWh y una reducción anual asociada que se estima entre 0,2 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a generación con carbón- y 0,1 Mt de CO<sub>2</sub> -frente a ciclos combinados con gas natural-.

8) Potenciación de la energía solar térmica:

- a. En colectores: el objetivo es el incremento de la superficie instalada en 4.500.000 m<sup>2</sup> en el año 2010 con un incremento de producción de 309 ktep, por lo que la reducción anual asociada se estima en 0,9 Mt de CO<sub>2</sub> anuales. Como sectores afectados figuran el doméstico, el de servicios y el industrial; y las inversiones generarían importantes volúmenes de empleo en la fase de construcción.
- b. Generación eléctrica en alta temperatura: el objetivo es la instalación de 200 MW de nueva potencia hasta el año 2010 con un incremento de producción de 413 GWh, por lo que la reducción anual asociada se estima en 0,5 Mt de CO<sub>2</sub> anuales.

9) Potenciación del uso de los residuos sólidos urbanos:

- a. El objetivo es la instalación de 200 MW de nueva potencia hasta el año 2010 para la incineración de residuos sólidos urbanos en grandes urbes, con un incremento de producción de 168 GWh, por lo que la reducción anual asociada se estima en 1,3 Mt de CO<sub>2</sub> anuales.

**Otras medidas en generación eléctrica**

1) Generación por ciclos combinados en la península y Baleares para cubrir las necesidades de la demanda, estimados en al menos 13.600 MW de potencia instalada en el 2010.

2) Aplicación de:

- a. la Directiva de Control y Prevención Integrada de la Contaminación (IPPC), 96/61/CEE;
- b. la Directiva de Techos Nacionales de Emisión, 2001/81/CEE;
- c. la Directiva modificada de Grandes Instalaciones de Combustión, 2001/80/CEE.

Estas Directivas van a marcar una aplicación más estricta de límites individuales para SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas en suspensión en las Grandes Instalaciones de Combustión para los años 2007 (entrada en vigor de la Directiva IPPC), 2008 (las Grandes Instalaciones de Combustión existentes deberán cumplir límites de emisión más estrictos), y 2010 (año de cumplimiento de los máximos establecidos en la Directiva de Techos Nacionales de Emisión).

### Plan de I+D+I Energético

Entre los sectores industriales, el energético es uno de los que tienen mayor participación en la formación del PIB, con un peso aproximado del 6%. El Plan de Fomento de las Energías Renovables requiere de actuaciones en I+D que faciliten la consecución de los objetivos de dicho Plan. El área sectorial de Energía del Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-03 aborda la promoción de la tecnología de sistemas energéticos menos contaminantes, con unos presupuestos aprobados de algo más de 9 M€ para 2001 y 2002, y 7,2 M€ para el 2003.

#### **OBJETIVOS**

- Sistemas energéticos más eficientes y menos contaminantes (energía eólica; energía solar térmica; energía solar fotovoltaica; biomasa; integración de las energías renovables; pilas de combustible).
- Transporte, almacenamiento, distribución y utilización más económicos y eficientes de la energía (transporte, distribución y almacenamiento de electricidad; uso final de la energía).
- Sistemas alternativos de propulsión y nuevos combustibles para el sector del transporte (combustibles alternativos; mejora de combustibles; propulsión eléctrica).
- Otras actuaciones (utilización de combustibles fósiles; seguridad de instalaciones nucleares y transmutación de residuos nucleares; impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas; aspectos socioeconómicos en el ámbito de la energía).

#### **ACCIONES ESTRATEGICAS**

##### ***Sistemas energéticos más eficientes y menos contaminantes***

- Energía eólica: Desarrollo de aerogeneradores de media y alta potencia con mejor recuperación energética, velocidad variable y mejora de las características de calidad en el vertido de la corriente eléctrica a la red. Desarrollo de aerogeneradores de pequeña potencia para aplicaciones aisladas, en configuraciones híbridas, y con desarrollo de sistemas de almacenamiento para mejorar la integración del aerogenerador con el sistema de apoyo. Análisis del límite de penetración en redes eléctricas. Optimización de los sistemas de control. Análisis del impacto ambiental producido por los aerogeneradores, y desarrollo de máquinas más respetuosas con el medio ambiente.
- Energía solar térmica: mejora de diseño, gestión e integración de centrales de tecnologías de torre o de colectores cilindro-parabólicos. Desarrollo de tecnologías de componentes para la conversión en electricidad de la energía solar térmica. Desarrollo de tecnologías de diseño y fabricación de colectores de vacío de media temperatura.
- Energía solar fotovoltaica: desarrollo de dispositivos fotovoltaicos de lámina delgada. Aumento del rendimiento de los componentes incluyendo el desarrollo de células con separación espectral (en tandem) o de otros conceptos innovadores. Mayor integración vertical de tecnologías, y abaratamiento de los procesos de fabricación en las industrias. Desarrollo de sistemas o sus componentes para acceder a nuevos mercados, con acciones como: sistemas de concentración, módulos para integración en edificios

o tecnología espacial. Proyectos de demostración de nuevas tecnologías que permitan la maduración industrial de dichas tecnologías.

- Biomasa: tecnologías innovadoras de utilización eficiente de la biomasa para su aprovechamiento energético.
- Integración de las energías renovables: utilización de sistemas mixtos innovadores, tales como los eólico-hidráulicos, eólico-diesel, etc., para generación de energía eléctrica o calor en sistemas aislados.
- Pilas de combustible: mejora de componentes (electrodos, electrolitos y material de interconexión) y ensayos en planta piloto. Diseño y desarrollo de sistemas de control que simplifiquen y mejoren los existentes. Modelos de simulación dinámica de pilas y sistemas que permitan minimizar costes de ensayo y demostración; diseño de configuraciones precomerciales y demostración.

***Transporte, almacenamiento, distribución y utilización más económicos y eficientes de la energía***

- Transporte, distribución y almacenamiento de electricidad: desarrollo de modelos de optimización y ayuda a la operación, gestión y planificación de sistemas eléctricos. Transformadores avanzados. Dispositivos flexibles de transporte en corriente alterna. Limitadores de corriente de falta superconductores. Acumuladores de energía superconductores tipo SMES y volante de inercia.
- Uso final de la energía: optimización energética en los procesos productivos. Producción de frío y calor, aprovechando calores residuales. Desarrollo de equipos de alta eficiencia energética. Sistemas alternativos de propulsión y nuevos combustibles para el sector del transporte
- Combustibles alternativos: desarrollo de tecnologías de utilización segura y competitiva del hidrógeno. Desarrollo de tecnologías de nuevos combustibles oxigenados. Desarrollo de tecnologías de producción y uso de biocombustibles, a partir de semillas o materiales lignocelulósicos.
- Mejora de combustibles: mejora de las tecnologías en procesos y catalizadores de refino. Desarrollo de tecnologías innovadoras en la producción de combustibles menos contaminantes en automoción.
- Propulsión eléctrica: desarrollo de nuevos sistemas de recarga de baterías. Desarrollo de baterías avanzadas. Desarrollo de pilas de combustible para el sector de la automoción.

***INSTALACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS***

El apoyo a las instalaciones medias y grandes contemplará:

- Soporte financiero a proyectos que contemplen la utilización de las plataformas de ensayos por parte de equipos de investigación de otras organizaciones.
- Establecimiento de una oferta pública por parte de los titulares de las instalaciones para que otros investigadores propongan, de común acuerdo, proyectos de I+D.

## ***OTRAS ACTUACIONES***

- Utilización de combustibles fósiles: demostración de sistemas innovadores de control de proceso, mejora de eficiencia de combustión y reducción de emisiones. Desarrollo de tecnologías limpias de utilización de coque de petróleo y cortes extrapesados. Desarrollo de técnicas de combustión limpia del carbón y mejora de los sistemas de depuración de humos y de control de emisiones. Desarrollo de tecnologías de preparación del combustible y control de la alimentación a caldera. Optimización energética de ciclos combinados. Desarrollo de sistemas de combustión catalítica para reducción de emisiones contaminantes. Análisis de riesgos industriales y medioambientales, mediante su caracterización y simulación dinámica y el desarrollo de modelos de dispersión. Tecnologías para la eliminación y/o adsorción de los compuestos orgánicos volátiles (VOCs) y otros compuestos gaseosos (metano).
- Seguridad de instalaciones nucleares y transmutación de residuos nucleares: tecnologías y procedimientos de optimización de la seguridad de las instalaciones nucleares. Mantenimiento, gestión y extensión de vida de las instalaciones nucleares. Metodologías para el análisis del impacto ambiental de los residuos nucleares y de su eliminación por medio de transmutación, particularmente en sistemas neutrónicos activados por acelerador.
- Impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas: determinación de cargas y niveles críticos para los distintos contaminantes procedentes de la combustión y metodologías de evaluación de efectos. Predicción y prevención de riesgos climáticos asociados al uso de combustibles fósiles y estrategias de respuesta frente a sus impactos. Tecnologías de control y corrección de la contaminación, especialmente en sistemas de generación distribuida. Sistemas de apantallamiento para mitigación de campos eléctricos y magnéticos. Nuevos criterios y técnicas en protección radiológica ambiental y de la población.
- Aspectos socioeconómicos en el ámbito de la energía: estudios sobre temas relativos a externalidades, ciclos de vida, ecotasas, hábitos de consumo, etc. Estudios que analicen y caractericen el impacto del cambio regulatorio en el sector energético. Estudios que analicen la percepción de riesgo de las tecnologías energéticas por la población.

### *Otras medidas de ámbito regional o local*

Existen además numerosas iniciativas de ámbito regional o local destinadas a favorecer el ahorro y la eficiencia energética así como el incremento en el uso de energías renovables.

Entre otras, cabe destacar, en Cataluña, la reciente Ley 6/2001, de 31 de mayo, de ordenación ambiental de la iluminación exterior para la protección del medio nocturno aprobada por el Parlamento de Cataluña. Esta ley persigue regular las instalaciones, aparatos e instrumentos de alumbrado exterior e interior en relación con la contaminación lumínica que pueden llegar a producir.

En Castilla y León podemos señalar las siguientes medidas:

- “Plan de Ahorro, Eficiencia Energética, Cogeneración y Energías Renovables (PASCER)”. Este plan contempla la aplicación de subvenciones económicas para fomentar las inversiones en ahorro y eficiencia energética. Cubre también el fomento de energías renovables distintas de la eólica y la solar térmica y fotovoltaica.

- “Plan Eólico de Castilla y León”. Se trata de un instrumento de planificación destinado a aprovechar el potencial existente en la región y que integra las perspectivas técnicas, ambientales y socioeconómicas.
- “Plan Solar de Castilla y León (Energía Solar Térmica)”. El objeto del plan es multiplicar por 38 el número de instalaciones existentes actualmente, fortaleciendo el sector y popularizando el uso de la energía solar térmica. Contempla la aplicación de subvenciones, el desarrollo de especificaciones técnicas generales, la acreditación de empresas y profesionales, la concesión de préstamos preferenciales, la firma de acuerdos con administraciones locales y la formación y publicidad.
- “Plan Solar de Castilla y León (Energía Solar Fotovoltaica)”. Tiene objetivos y contempla actuaciones muy similares a los correspondientes al plan anterior, pero destinado a promover la introducción de la energía solar fotovoltaica.

En todas ellas el organismo encargado de la implantación es el Ente Regional de la Energía (EREN), encuadrado en la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Industria, Comercio y Turismo.

Tabla 10: Resumen de las políticas y medidas correspondientes al sector energético.

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectados	Tipo de instrumento	Situación	Entidad o entidades encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes en CO2)			
						1995	2000	2005	2010
1) Primas a la producción de electricidad en Régimen Especial	Establecer unas primas a la producción de energía menos contaminante	CO2	Económico	Aplicada	Ministerio de Economía				
2) Plan de Fomento de las Energías Renovables									
2.1) Potenciación de la energía eólica	Instalar una potencia adicional de 8.140 MW	CO2	Económico, fiscal, normativo, formativo.	Aplicada	Ministerios de Economía, y de Ciencia y Tecnología				
2.2.a) Potenciación de la biomasa para electricidad	Instalar una potencia de 1.708 MW y un incremento de producción de 12.810 GWh								
2.2.b) Potenciación de la biomasa para calor	Aprovechamiento energético de 900 ktep adicionales								
2.3) Potenciación de la minihidráulica	Instalación de 720 MW adicionales								
2.4) Potenciación del biogás	Instalación de 78 MW y producción de 546 GWh	CO2 CH4			Ministerios de Economía, y de Ciencia y Tecnología CCAA Aytos.				

2.5) Potenciación de los biocarburantes	Incremento de producción de 500 ktep	CO2	Económico, fiscal, normativo, formativo.	Aplicada	Ministerios de Economía, y de Ciencia y Tecnología				
2.6) Potenciación de Centrales Hidroeléctricas	Instalación de 350 MW adicionales con incremento de producción de 700 GWh								
2.7) Potenciación de la energía solar fotovoltaica	Instalación de 135 MW con un incremento de producción de 238 GWh								
2.8) Potenciación de la energía solar térmica	Incremento de la superficie instalada en 4,5 km2 con un incremento de producción de 309 ktep								
3) Plan Nacional de I+D Energético	Promoción de la tecnología de sistemas energéticos menos contaminantes	CO2	Económico	Aplicada	Ministerios de Economía, y de Ciencia y Tecnología				
4) Otras medidas de ámbito regional o local									
4.1) Lay 6/2001, de 31 de mayo, del Parlamento de Cataluña, de ordenación ambiental de la iluminación exterior para la protección del medio nocturno	Regulación de instalaciones, aparatos e instrumentos de iluminación exterior e interior en lo que a los aspectos relativos a la contaminación lumínica respecta	CO2	Normativo	En aplicación	Administraciones públicas regional y locales en Cataluña				
4.2) Programa de Ahorro, Eficiencia Energética, Cogeneración y Energías Renovables de Castilla y León	Ahorro Energético. Sustitución de productos petrolíferos. Diversificación. Energías Renovables (excepto eólica y solar)	CO2	Subvenciones	En aplicación	Junta de Castilla y León-EREN	15.000	75.800	68.000	
4.3) Plan Eólico de Castilla y León	Energías renovables: Eólica	CO2	Planificación	En aplicación	Junta de Castilla y León-EREN	437	558.072	5.623.182	
4.4) Plan Solar de Castilla y León (Línea I: Energía Solar Térmica)	Energías renovables: Energía Solar Térmica	CO2	Subvenciones	En aplicación	Junta de Castilla y León-EREN			47.500	
4.5) Plan Solar de Castilla y León (Línea II: Energía Solar Fotovoltaica)	Energías renovables: Energía Solar Fotovoltaica	CO2	Subvenciones	En aplicación	Junta de Castilla y León-EREN			68.926	

## **TRANSPORTES**

En los siguientes párrafos se relacionan las principales políticas y medidas adoptadas en materia de infraestructuras y servicios del transporte que tienen un efecto medible en la reducción de emisiones; aunque su objetivo primario no sea dicha reducción.

### **Medidas fiscales**

- 1) Leyes anuales de Presupuestos Generales del Estado, donde se establecen tipos impositivos diferenciados para las gasolinas sin plomo de bajo y alto octanaje.
- 2) Ley reguladora de las Haciendas Locales, que otorga a los Ayuntamientos una autorización genérica para establecer bonificaciones de hasta el 50% en la cuota del impuesto en función del carburante que consuma el vehículo y de su incidencia en el medio ambiente.
- 3) Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social, que establece deducciones en la cuota íntegra de hasta el 10% de las inversiones que tengan por objeto la protección del medio ambiente, incluyendo las inversiones en instalaciones y medios de transporte sujetos a las actividades empresariales.

### **Medidas reglamentarias y acuerdos voluntarios sobre vehículos y emisiones**

- 1) Regulación de las inspecciones técnicas de vehículos, que favorecen un mantenimiento adecuado y una reducción del consumo y las emisiones de gases.
- 2) Programa para la modernización del parque de vehículos automóviles -PREVER-, el incremento de la seguridad vial y la defensa y protección del medio ambiente, mediante la renovación continuada del parque de vehículos por retirada de aquellos con determinada antigüedad. Los turismos acogidos al Programa suponen una media aproximada del 16% de las matriculaciones totales.
- 3) Acuerdos voluntarios entre la Comisión Europea y la Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles, y las correspondientes en Japón y Corea del Sur, para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos nuevos a 120 g/km en los años 2005 y 2008, respectivamente.

### **Medidas de incremento de la eficiencia energética por mejora de infraestructuras**

- 1) La continua mejora de los criterios y parámetros de diseño de infraestructuras viarias, así como de sus condiciones de conservación, con el fin de permitir unas adecuadas condiciones de explotación de los vehículos, reduciendo los consumos energéticos.
  - a. Reducción de las rampas y pendientes a máximos absolutos del 6% y normales del 5%, lo que también conlleva la realización de numerosos túneles.
  - b. Aumentos de la capacidad en tramos congestionados, que permiten un régimen más homogéneo.
  - c. Construcción de circunvalaciones para resolver la congestión en la periferia de las ciudades y evitar el acceso al centro de los vehículos en tránsito.
- 2) Mejora de las infraestructuras ferroviarias convencionales, con especial atención a la electrificación.

- 3) Fomento de las infraestructuras portuarias de conexión modal entre el transporte ferroviario y el transporte por carretera, así como en la accesibilidad del transporte por carretera a los puertos.
- 4) Plan de Energías Renovables de AENA, destinado a promover el uso de la energía solar y eólica en las instalaciones aeroportuarias y centros de control del tráfico aéreo.

#### **Medidas de incremento de la eficiencia energética por mejora de operaciones**

- 1) Mejoras operacionales en las compañías aéreas y en los aeropuertos mediante actuaciones para reducir los rodajes y la congestión en rampa.
- 2) Mejoras de los sistemas de control del tráfico aéreo.
- 3) Medidas para la renovación de flotas con la introducción de nuevos aviones de mayor eficiencia energética.

#### **Medidas de fomento de la intermodalidad del sistema de transporte interurbano**

En este ámbito se están fomentando los modos de transporte con mayor eficiencia energética y, por tanto, con menores emisiones específicas de CO<sub>2</sub>, en particular el trasvase de tráfico desde el transporte aéreo y por carretera hacia el ferrocarril.

- 1) Plan 2000-07 de inversiones en infraestructuras ferroviarias, evaluado en más de 21.600 millones de €, que contempla actuaciones:
  - a. En viajeros, el desarrollo de una extensa red de alta velocidad y la continua mejora de los servicios de Cercanías ferroviarias de las grandes ciudades.
  - b. En mercancías, el fomento de la intermodalidad con actuaciones en terminales, accesos a puertos y plataformas logísticas, etc., unido a la utilización para tráfico de mercancías de una parte de la actual red convencional que se ve liberada de tráfico de viajeros por la construcción de la red de alta velocidad.
- 2) Programa de liberalización del ferrocarril con una progresiva apertura a la competencia.

#### **Medidas de fomento del transporte colectivo urbano y metropolitano**

En general, se están apoyando las políticas de fomento del transporte colectivo urbano y metropolitano desarrolladas por las Administraciones regionales y locales, mediante subvenciones de capital para inversiones en infraestructuras.

- 1) Extensión del servicio de Cercanías en el entorno de las grandes ciudades, con un crecimiento anual del 1,6% en términos de viajeros por kilómetro.
  - a. Ampliación de la red de Metro de Madrid, y otras actuaciones de envergadura en Barcelona, Valencia y Bilbao.

- b. Construcción de intercambiadores de transporte y estacionamientos disuasorios.
  - c. Renovación del parque de vehículos de transporte colectivo.
  - d. Implantación de sistemas de ayuda a la explotación.
  - e. Promoción de la integración tarifaria de los transportes públicos, despenalizando los transbordos.
- 2) Apoyo a la financiación de infraestructuras del transporte urbano y metropolitano, mediante Convenios con los Entes gestores de Madrid, Barcelona, Valencia y Bilbao.
- 3) Contribución financiera a la compensación del déficit de explotación de los operadores del transporte colectivo en grandes ciudades, mediante los Contratos-Programa en Madrid, Barcelona, Valencia y Canarias; así como a través del Fondo estatal para la financiación del transporte colectivo.

### Otras medidas

- 1) Mejora de la eficacia de los servicios de transporte de viajeros y mercancías por carretera:
- a. Ayudas para la formación de conductores en materia de ahorro energético y conducción racional.
  - b. Fomento de inversiones en vehículos pesados de última generación con menores emisiones.
  - c. Creación de una línea de crédito en el ICO para favorecer la introducción de vehículos ecológicos.
  - d. Ayudas para inversiones en sistemas GPS que permitan disminuir los recorridos en vacío o de baja productividad, así como una optimación de las rutas.
- 2) Plan Nacional de Vehículos al final de su vida útil (2001-06), que desarrolla un diseño operativo para la gestión avanzada de los residuos procedentes de vehículos fuera de uso, y en particular para:
- a. Valorizar energéticamente los aceites usados.
  - b. Extracción, purificación y reutilización de los gases fluorados de los equipos de aire acondicionado.
  - c. Recuperación de combustible, evitando emisiones fugitivas.

Tabla 11: Resumen de las políticas y medidas en el sector del transporte.

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectado	Tipo de instrumento	Situación	Entidad o entidades encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes en CO <sub>2</sub> )			
						1995	2000	2005	2010
1.1) Programa de actuaciones ferroviarias, Plan 2000-07	Fomento del transporte ferroviario: aumento de la eficiencia energética del sistema de transportes en su conjunto, por trasvase de tráfico del avión y la carretera al ferrocarril	CO <sub>2</sub>	Económico (inversiones)	Aplicada	Ministerio de Fomento				
1.1.a) Desarrollo de la red de alta velocidad									349.300
1.1.b) Mejora de la red de Cercanías									
1.1.c) Fomento del transporte ferroviario de mercancías									
1.2) Liberalización del transporte ferroviario			Normativo	Adoptada					
2) Mejora de la calidad y estado de conservación de las infraestructuras viarias	Mejora de las condiciones de explotación y aumento de la eficiencia energética del transporte por carretera	CO <sub>2</sub>	Económico (inversiones)	Aplicada	Ministerio de Fomento				
3) Fomento del transporte colectivo urbano y metropolitano	Aumento de la eficiencia energética del sistema de transportes en su conjunto por trasvase de tráfico del vehículo privado al transporte colectivo	CO <sub>2</sub>	Económico (inversiones)	Aplicada	Ministerios de Fomento y de Hacienda CCAA Aytos.				
4.1) Formación de los conductores en ahorro energético	Mejora de la eficiencia energética de los servicios de transporte por carretera y de las condiciones de explotación	CO <sub>2</sub>	Educativo	Aplicada	Ministerio de Fomento				
4.2) Mejora del parque de vehículos			Normativo-Económico		Ministerios de Fomento y de Economía				
4.3) Optimización de recorridos mediante tecnologías GPS			Fiscal		Ministerios de Fomento y de Hacienda				
5) Plan de energías renovables de AENA (solar y eólica en aeropuertos y centros de control)	Reducción de emisiones en el funcionamiento de los aeropuertos y centros de control	CO <sub>2</sub>	Económico (inversiones)	Aplicada	Ministerio de Fomento				
6.1) Optimización de las operaciones en los aeropuertos y compañías aéreas	Mejora de la eficiencia energética de los servicios del transporte aéreo	CO <sub>2</sub>	Económico (inversiones)	Aplicada	Ministerio de Fomento y compañías aéreas				
6.2) Mejora de los sistemas de control de tráfico	Mejora de la eficiencia energética de los servicios del transporte aéreo	CO <sub>2</sub>	Normativo-Económico	Aplicada	Ministerio de Fomento y UE				

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectados	Tipo de instrumento	Situación	Entidad o entidades encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes en CO <sub>2</sub> )			
						1995	2000	2005	2010
6.3) Renovación de la flota	Mejora de la eficiencia energética de los servicios del transporte aéreo	CO <sub>2</sub>	Normativo	Aplicada	Ministerio de Fomento y UE				
7) Plan Nacional de Vehículos al final de su vida útil (2001-06)	Recuperación, reutilización y valorización de los residuos procedentes de vehículos fuera de uso	HFC y PFC	Normativo-Económico	Adoptada	Ministerio de Medio Ambiente CCAA Aytos.				
8) Acuerdos con los fabricantes de automóviles	Reducción de las emisiones unitarias de CO <sub>2</sub> de los vehículos nuevos, alcanzando 120 g/km en el 2008	CO <sub>2</sub>	Acuerdo voluntario	Acordada	Comisión Europea y patronal				
9) Programa PREVER	Modernización del parque de vehículos, incremento de la seguridad vial y protección del medio ambiente	CO <sub>2</sub>	Económico (inversiones)	Aplicada	Ministerio de Hacienda				

### **SECTORES COMERCIAL, INSTITUCIONAL Y RESIDENCIAL**

Si bien el Plan de Vivienda 1996-99 incluía la calificación energética como condición para la financiación pública, el Plan de Vivienda 1998-2001 ha optado por fomentar las experiencias de vivienda sostenible compatible con los requerimientos de conservación ambiental. En estos momentos la calificación energética se ha eliminado como requisito obligatorio; aunque se potencia como medida voluntaria. Este programa de calificación energética se está utilizando para realizar análisis del impacto en futuras viviendas de las diversas opciones de actuación y bajo diversos escenarios, lo que permitirá proponer actuaciones específicas.

#### **Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios**

El Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria fue aprobado por el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, y ulteriormente desarrollado, modificado y complementado por diversas disposiciones. Esta norma ha contribuido en gran medida a potenciar y fomentar un uso más racional de la energía en las instalaciones térmicas no industriales de los edificios, normalmente destinadas a proporcionar de forma segura y eficiente los servicios de calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria, necesarios para atender los requisitos de bienestar térmico y de higiene en los edificios.

La experiencia adquirida en su aplicación desde su promulgación, los avances tecnológicos habidos en este campo, la nueva distribución de competencias consecuencia del desarrollo del Estado de las Autonomías y, finalmente, la adhesión de España a la UE, han hecho necesario

elaborar un nuevo reglamento que tenga en cuenta las consideraciones anteriores y continúe avanzando en la política de uso racional de la energía.

Como consecuencia de la adopción de diversas disposiciones comunitarias, tanto en el campo de la libre circulación de productos dentro del mercado único europeo como en el campo del uso racional de la energía y de la reducción de las emisiones de dióxido de carbono, ha sido preciso también modificar la reglamentación existente para tener en cuenta las siguientes Directivas del Consejo: 89/106/CEE, sobre productos de construcción; 92/42/CEE, sobre requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos y gaseosos; y 93/76/CEE, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética.

El alcance de las modificaciones aportadas sobre el texto del Reglamento de 1980 y sus instrucciones técnicas complementarias, tanto en el fondo como en la forma, aconsejaron redactar un nuevo texto que deroga y sustituye al anterior y a las instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollaban.

El nuevo texto ha sido recogido en el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba 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 que sustituye a la Comisión Permanente para el Ahorro de Energía en Instalaciones Térmicas de la Edificación.

### Medidas en edificios existentes

Entre las medidas en marcha cabe destacar:

- a) Distribución del gasto en calefacción colectiva según el consumo individual. Una vez traspuesta la Directiva SAVE 93/76 mediante el Real Decreto 1.751/1998 -Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios-, ya se han iniciado campañas de divulgación y una experiencia piloto para determinar la forma de reparto de gastos e incorporarla a la Ley de Propiedad Horizontal.
- b) Electricidad en iluminación: sustitución de bombillas incandescentes -suponen un mayor consumo eléctrico, menor duración y rendimiento luminoso que se va deteriorando- por lámparas de bajo consumo que proporcionan la misma luz consumiendo un 20% de la energía de las incandescentes. El objetivo es obtener en el año 2010 una penetración de 1,6 lámparas por hogar -el promedio de los principales países europeos en 1995-, con una reducción individual del 80%. Esta medida ya está aplicándose -Ley 54/1997, del Sector Eléctrico- a través de la gestión de la demanda mediante campañas de divulgación y concienciación.
- c) Electricidad en electrodomésticos: activar la reposición natural de equipos por otros más eficientes con etiquetado energético del tipo A (prioridad 2). Los objetivos son: para frigoríficos, pasar de un consumo medio diario de 1,59 kWh a 0,9 kWh; en lavadoras, de 1,59 kWh por equipo y día a 1,1 kWh; y en lavavajillas, de 1,5 kWh por equipo y día a 1,4 kWh. Esta medida ya está aplicándose -Ley 54/1997, del Sector Eléctrico- a través de la gestión de la demanda mediante campañas de divulgación y concienciación.

**Medidas en edificios nuevos**

La principal medida a aplicar en las nuevas edificaciones, tanto de los subsectores comercial e institucional como residencial, corresponde al consumo de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, y consiste en la certificación energética de edificios siguiendo la Directiva 93/76 para disminuir el consumo en los edificios mejorando la calidad energética y funcional de sus instalaciones, minimizando su demanda de energía.

La aplicación de esta medida afectará al parque de edificios que se construyan a partir de la entrada en vigor de la normativa y afectará a los consumo de calefacción, agua caliente sanitaria, iluminación y aire acondicionado. Se ha estimado que el parque de viviendas aumentará de los 18,4 millones de 1995 a los 19,5 millones del año 2010, con una penetración del 100% y un ahorro de emisiones estimado del 30%. El sobrecoste en la inversión por edificio es difícil de estimar. La medida se instrumenta a través de una herramienta informática de certificación y la nueva Normativa de aislamientos para nuevos edificios, que ya está desarrollada para viviendas de protección oficial.

Tabla 12: Resumen de las políticas y medidas en los sectores comercial, institucional y residencial.

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectado	Tipo de instrumento	Situación	Entidad/es encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en equivalentes de CO <sub>2</sub> )		
						1995	2000	2005
Plan de Fomento de Vivienda	Eficiencia energética	CO2	Incentivo económico	En aplicación	Administraciones públicas			
Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios	Eficiencia energética en instalaciones térmicas de edificios	CO2	Normativo	En aplicación	Administraciones Públicas			
Distribución del gasto en calefacción colectiva según el consumo individual	Disminución de consumos en hogares	CO2	Divulgativo	En aplicación	Consumidor final			
Sustitución de bombillas incandescentes por lámparas de bajo consumo	Disminución de consumos en sector residencial y comercial	CO2	Divulgativo	En aplicación	Consumidor final			
Reposición natural de electrodomésticos por otros más eficientes	Incentivar uso de electrodomésticos más eficientes energéticamente	CO2	Divulgativo	En aplicación	Consumidor final			
Certificación energética de edificios nuevos	Disminuir consumos energéticos en edificios nuevos	CO2	Normativo	En aplicación	Administraciones Públicas			

## **INDUSTRIA**

Existen dos principales medidas en marcha que, en el ámbito nacional, tienen por objetivo reducir los impactos negativos que la industria genera en la política de lucha contra el cambio climático:

### **Iniciativa PROFIT**

El Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT) ha venido a sustituir la anterior Iniciativa de Apoyo a la Tecnología, la Seguridad y la Calidad Industrial (ATYCA, vigente para el trienio 1997-1999), a su vez, heredera del Programa de Inversión en Tecnología y Medio Ambiente (PITMA, 1994-1996).

Los objetivos fundamentales de estas iniciativas son:

1. Incentivar la aplicación del conocimiento y la incorporación de nuevas ideas al proceso productivo.
2. Contribuir a las condiciones que favorezcan el aumento de:
  - la capacidad de absorción tecnológica de las empresas.
  - el fortalecimiento de los sectores y mercados de rápido crecimiento.
  - la creación y desarrollo de las empresas de base tecnológica, especialmente las de elevada tecnología.

El Programa PROFIT fue convocado por primera vez mediante Orden de 7 de marzo de 2000, la cual ha sido objeto de diversas modificaciones producidas como consecuencia, por una parte, de la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, y por otra, de la evolución flexible del Plan Nacional de I+D+I, como instrumento en evolución de acuerdo con el cambio científico y tecnológico. Por ello ha sido necesario aprobar un texto unificado, adoptado mediante la Orden de 8 de noviembre de 2001, BOE de 13 de noviembre de 2001.

Dos son los subprogramas más relevantes a los efectos de lograr una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero por el sector industrial:

1. El Programa Nacional de Diseño y Producción Industrial, que tiene por objetivos la realización de proyectos y actuaciones de investigación científica y desarrollo tecnológico de productos y sus sistemas de producción, distintos a los previstos en los restantes Programas Nacionales, y que presenten algunas de las siguientes características en relación con el estado de la técnica: ser más avanzados, eficientes, seguros, de mayor calidad y valor añadido y menor coste e impacto ambiental. Y, en particular, los siguientes tipos de proyectos y actuaciones de investigación científica y desarrollo tecnológico en estos campos:
  - a) Los procesos de fabricación y producción.
  - b) Los medios y los sistemas de fabricación
  - c) Los componentes y subsistemas de dichos sistemas.
  - d) Nuevos y mejorados productos y servicios.
2. El Programa Nacional de Recursos Naturales, entre cuyos objetivos destacan:
  - a) Fomentar la realización de proyectos y actuaciones de investigación científica y desarrollo tecnológico dirigidos a disminuir la generación, en cantidad y en peligrosidad, de efluentes y residuos y a minimizar el uso de energía y el consumo de materias primas en las actividades de producción, así como durante el ciclo de vida de los productos, prioritariamente los industriales.

- b) Fomentar la realización de proyectos y actuaciones de investigación científica y desarrollo tecnológico dirigidos a minimizar el impacto ambiental negativo de los efluentes y residuos generados por las actividades y productos, prioritariamente, industriales.

En concreto, en relación con el Programa Nacional de Recursos Naturales, las inversiones en proyectos directamente vinculados en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o en incremento de eficiencia energética en procesos industriales, en el año 2000 fueron: 43,20 millones de pesetas a fondo perdido más 1.766,40 millones en aportaciones reembolsables mientras que, para el año 2001, estas cifras se reducen a: 34,05 millones a fondo perdido y 485,00 en aportaciones reembolsables.

#### *Régimen fiscal de incentivos a inversiones realizadas en bienes del activo material destinadas a la protección del medio ambiente*

La Ley 55/1999, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social, introdujo un nuevo apartado 4 en el artículo 35 de la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, del Impuesto sobre Sociedades por el que se reconoce el derecho a una deducción de la cuota íntegra del 10% de las inversiones realizadas en bienes del activo material destinadas a la protección del medio ambiente consistentes en instalaciones que eviten la contaminación atmosférica procedente de instalaciones industriales, contra la contaminación de aguas superficiales, subterráneas y marinas para la reducción, recuperación o tratamiento de residuos industriales para el cumplimiento o, en su caso, mejora de la normativa vigente en dichos ámbitos de actuación. La parte de la inversión financiada con subvenciones no dará derecho a la deducción.

De esta misma deducción también es posible beneficiarse, en los términos previstos en el Real Decreto 283/2001, de 16 de marzo, por el que se modifican determinados artículos del Reglamento del Impuesto sobre Sociedades en materia de deducción por inversiones destinadas a la protección del medio ambiente, en el supuesto de adquisición de nuevos vehículos industriales o comerciales de transporte por carretera en aquella parte de la inversión que contribuya de manera efectiva a la reducción de la contaminación atmosférica.

Corresponde por tanto al Real Decreto 283/2001, de 16 de marzo, por el que se modifican determinados artículos del Reglamento del Impuesto sobre Sociedades en materia de deducción por inversiones destinadas a la protección del medio ambiente identificar la “parte de la inversión que contribuya de manera efectiva a la reducción de la contaminación atmosférica”. La identificación singular, para cada modelo de vehículo de cada marca, de aquella parte de la inversión que efectivamente contribuye a reducir la contaminación atmosférica, hubiera sido una alternativa de compleja elaboración y difícil aplicación que hubiera requerido una constante puesta al día. Por ello, se ha optado por un sistema más simple, basado en el análisis porcentual de la participación del coste de determinados elementos en el precio de adquisición del vehículo, habiendo tenido en cuenta los escandallos de los diferentes tipos de vehículos comerciales e industriales.

A estos efectos, la deducción para el supuesto de adquisición de vehículos industriales o comerciales de transporte por carretera nuevos, requiere que, tratándose de vehículos con motor diesel o con motor de encendido por chispa alimentado con gas natural o gas licuado

del petróleo, cumplan los requisitos sobre emisión de gases, partículas contaminantes y humos establecidos en la Directiva 88/77/CEE.

Se consideran vehículos industriales o comerciales:

- a) Aquellos vehículos que el anexo II del Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos, define como camiones, furgones y furgonetas; autobuses o autocares, articulados o no, incluidos los de dos pisos; vehículos acondicionados y mixtos adaptables, así como tractocamiones. Las inversiones en tractocamiones que se lleven a cabo conjuntamente con su correspondiente semirremolque, ya sea simultáneamente o a lo largo del mismo período impositivo, tendrán la consideración en su conjunto de vehículos industriales a los efectos de aplicar la deducción.
- b) Los turismos destinados al servicio público de viajeros provistos de taxímetro.
- c) Los automóviles acondicionados para el transporte de personas enfermas o accidentadas.

## **RESIDUOS**

La política en materia de recursos 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 Residuos.

En aplicación de lo previsto en el artículo 5 de esta última Ley (la Administración General del Estado elaborará diferentes Planes Nacionales de Residuos, mediante *“la integración de los respectivos Planes Autonómicos, en los que se fijarán los objetivos específicos de reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización y eliminación”*), se aprobó el Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006.

### **Plan Nacional de Residuos**

El Plan Nacional de Residuos Urbanos (en adelante, PNRU) se inspira en los principios recogidos en el Artículo 1.1 de la Ley 10/98 de Residuos y tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer sus sistemas de gestión y promover, por este orden, su reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización. El Plan se desarrolla, entre otros, a través de los siguientes objetivos específicos: estabilizar en términos absolutos la producción nacional de residuos urbanos lo que equivale a reducir la generación per cápita; implantar la recogida selectiva; reducir, recuperar, reutilizar y reciclar los residuos de envases; valorizar la materia orgánica de los RU, en particular mediante su compostaje, y eliminar de forma segura las fracciones no recuperables o valorizables de los mismos. Por otra parte el Plan contempla una serie de actuaciones, aplicadas mediante líneas o Programas específicos, evaluándose el coste de las inversiones necesarias y su forma de financiación.

En concreto, en relación con las emisiones de CH<sub>4</sub>, el plan persigue su drástica reducción a través, esencialmente, de la acción sobre vertederos. Así, se prevé:

1. La eliminación ambientalmente correcta en vertederos controlados de rechazos de residuos que, por distintas razones, no pueden ser recuperados o valorizados aplicando tecnologías menos contaminantes o las mejores tecnologías disponibles.
2. La eliminación de los vertidos incontrolados antes de finales del año 2006, con el objetivo intermedio de que en el año 2002 sólo el 5% de los residuos sólidos urbanos se depositen de forma incontrolada.
3. Para el año 2006, se calcula que se eliminarán por vertido alrededor del 33% de los residuos urbanos y siempre en vertederos en uso que han de cumplir lo establecido en la Directiva 99/31/CE.
4. Si es posible, los vertederos existentes han de adaptarse a la Directiva 99/31/CE.
5. Se ha de incrementar la eliminación y aprovechamiento del biogás de grandes vertederos para la obtención de energía eléctrica.
6. La aprobación de una nueva norma técnica para la construcción de vertederos.
7. Sellado y recuperación de todas las zonas degradadas por vertidos incontrolados antes del final del periodo de vigencia del PNRU.

Las actuaciones concretas necesarias para alcanzar estos objetivos se han repartido territorialmente en función de concentración demográfica y las capacidades y obligaciones de servicio público de los distintos municipios.

Para final del año 2006 se habrán llevado a cabo dos subprogramas:

## **A) Acción sobre vertederos**

### **A.1 Clausura, sellado y restauración de vertederos incontrolados**

El vertido de residuos debe controlarse y gestionarse de manera adecuada a fin de prevenir o reducir los efectos negativos sobre el entorno y los riesgos para la salud humana. Entre los motivos que conducen a la clausura de un vertedero se encuentran: el incumplimiento de la normativa, el agotamiento o colmatación de su capacidad o la aparición de otras alternativas de gestión que lo hagan innecesario.

El objetivo para el año 2006 es el de limitar el vertido incontrolado a un 5% para el año 2002 y su total eliminación para finales del año 2006. Las actuaciones previstas incluyen el sellado y la clausura de cerca de 3.700 puntos de vertido incontrolados así como los de aquellos que siendo controlados no sea posible técnicamente adaptarse a la nueva Directiva. Asimismo se restaurará el entorno y el medio natural de cerca de 4.000 incontrolados vertederos ya clausurados. Estas operaciones cuentan con un presupuesto para el periodo 2000/2006 de 73.674 millones de pesetas (35.582 para el trienio 2000-2002 y 38.092 para el trienio 2003-2006).

### **A.2 Construcción de nuevas instalaciones de clasificación y vertederos.**

El objetivo es dotar al país de infraestructuras e instalaciones necesarias para el vertido controlado de los residuos no reciclables ni valorizables. Para ello es necesario llevar a cabo las siguientes actuaciones:

1. Construcción de, al menos, 126 estaciones de transferencia.
2. Adaptación de alrededor de 30 instalaciones de vertido existentes para adecuarlas a la Directiva de Vertidos.
3. Habilitación o nueva construcción de 150 vertederos controlados de acuerdo con la nueva Directiva, incluidos los 30 citados en el punto anterior.

Las inversiones previstas ascienden para el periodo 2000/2006 ascienden a 62.472 millones de pesetas.

## **B) Programa nacional de compostaje y valorización**

Los objetivos del programa nacional de compostaje incluyen:

1. Tratamiento del 40% de la materia orgánica de los RU al final del año 2001 mediante técnicas de compostaje llegando al 50% de dicha fracción a finales del 2006. Se pretende llegar al compostaje del 24,2% del total de los RU en el 2006 y ello mediante el procesado de la materia orgánica limpia, sin otros materiales e impurezas (el 13,9% de compostaje en España en el año base de 1996 incluye una buena parte de materiales no compostables que o son de rechazo o son triturados junto a la fracción orgánica compostable, lo que hace disminuir la calidad del compost final. Aunque no se dispone de datos cuantitativos comprobados tal vez el 50% de los materiales que entran a las plantas de compostaje o son rechazo o deberían serlo.
2. Apoyo a la valorización de la materia orgánica de los RU mediante sistemas de biometanización o similares, de forma que se trate por estas técnicas al menos un 2% de la misma al final del año 2001 y al menos un 5% en el 2006.
3. Mejora del rendimiento en la obtención del compost de las plantas de compostaje existentes, adaptando las que no alcancen la calidad del compost establecida en la norma de calidad que se cita en el inciso siguiente.
4. Establecimiento de un programa de mejora de la calidad del compost producido en consonancia con la propuesta de Directiva de la UE., incluyendo una norma de calidad agronómica del compost, a redactar entre los Ministerios de Medio Ambiente y de Agricultura, Pesca y Alimentación.
5. Promoción del uso comercial del compost, que reúna las características técnicas exigidas en la Norma citada en el inciso anterior tanto en explotaciones públicas como privadas.

Las actuaciones previstas comprenden las siguientes medidas:

1. Promulgación, en colaboración con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, de una norma de calidad técnica del compost.
2. Desarrollo de campañas de información y difusión entre los usuarios potenciales del compost producido. Promoción de su utilización por las Entidades y Organismos Públicos.
3. Realización de estudios de mercado con el fin de identificar usos potenciales del compost producido, incluida la prevención de la erosión de suelos, mejora de suelos, recuperación de espacios degradados, etc.
4. Potenciación del uso del compost mediante ayudas económicas a su uso en todo el territorio nacional. Promoción del uso de compost en los proyectos e iniciativas de carácter agronómico, forestal o de jardinería que lleven a cabo todas las Administraciones.

5. Apoyo a la recogida selectiva de materia orgánica en origen, en especial la procedente de grandes consumidores.
6. Apoyo a la recogida selectiva de los residuos verdes (restos vegetales, residuos de poda, etc).
7. Apoyo a las iniciativas para la promoción del compostaje doméstico.
8. Establecimiento de Plantas de Clasificación y Compostaje para el tratamiento de la materia orgánica y dotación de los equipos e instalaciones auxiliares precisas para el buen fin del Programa.
9. Apoyo al establecimiento de instalaciones de tratamiento que comprendan entre sus procedimientos los de biometanización.
10. Fomento de las actuaciones de I+D tendentes a la optimización de los procesos de compostaje, caracterización y mejora de la calidad del compost producido.
11. Creación del Centro Nacional para el Compostaje.

Las inversiones requeridas para el desarrollo de este Programa ascienden durante el periodo 2000-2006 a la cantidad de 144.799 millones de pesetas, desglosados de la siguiente forma:

- Período 2000-2002: 90.068 millones de pesetas
- Período 2003-2006: 54.731 millones de pesetas

**Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero**

El Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero que traspone la Directiva 1999/31/CE del Consejo de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos, en el punto 4 del Anexo I sobre los requisitos generales para toda clase de vertederos y en materia de gases, establece que "se tomarán las medidas adecuadas para controlar la acumulación de gases de vertedero. En todos los vertederos que reciban residuos biodegradables se recogerán los gases de vertedero, se tratarán y se aprovecharán. Si el gas recogido no puede aprovecharse para producir energía, se deberá quemar. La recogida, tratamiento y aprovechamiento de gases de vertedero se llevará a cabo de forma tal que se reduzca al mínimo el daño o deterioro del medio ambiente y el riesgo para la salud humana".

En su Anexo III, punto 3 establece que el control de gases deberá ser representativo de cada sección del vertedero. En aquellos vertederos en que no se proceda al aprovechamiento energético de los gases, su control se realizará en los puntos de emisión o quema de dichos gases.

La frecuencia de toma de muestras y análisis para las emisiones potenciales de gas y presión atmosférica, para el contenido de materia orgánica en el residuo, del CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, será mensual en fase de explotación y semestral en la fase de mantenimiento.

Todo vertedero, para ser considerado como controlado, deberá disponer, entre otras, de infraestructura para controlar la emisión de gases.

Para evitar la acumulación de gases, que se producen como consecuencia de la fermentación de los RSU, se deberán ejecutar, si no existen, chimeneas de captación y evacuación de gases en toda el área del vertedero. La distancia entre chimeneas, así como su profundidad, debe garantizar la ausencia de acumulación de dichos gases. Dependiendo de las características del vertedero, estos gases podrán tratarse y/o aprovecharse.

A escala nacional, la inversión a realizar en la adecuación de los vertederos de más de 100kt anuales para la captación y aprovechamiento de biogás se estima en casi 5,4 millones de pesetas.

La prevención de la generación de metano (CH<sub>4</sub>) se basa en el fomento de compostaje.

En el Programa Nacional de Compostaje del Plan Nacional de Residuos Urbanos se establece que la fracción orgánica de las basuras está en torno a los 8.300 kt. anuales. Para alcanzar los objetivos de dicho Plan será necesario reducir las emisiones de metano en origen en una proporción equivalente.

Actualmente en nuestro país se produce energía eléctrica generada en los vertederos de residuos mediante la transformación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno dando lugar a un gas, cuya composición media es:

- Metano, (CH<sub>4</sub>) 50% a 60% en volumen.
- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) 30% a 40% en volumen.
- H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, organohalogenados, hidrocarburos, etc., < 5% en volumen.

En España hay cinco vertederos que captan el gas para su transformación en energía eléctrica mediante motores alternadores.

- Serín (Asturias) con un vertido de 433.304 t/año de residuos, 100 pozos y una potencia nominal de 6 motores a 750 Kw, un motor.
- Artigas (Bilbao) con un vertido de 233.376 t/año de residuos, 20 pozos y una potencia nominal de 2 motores de 450 Kw.
- San Marcos (San Sebastián), con un vertido de 138.863 t/año de residuos, 15 pozos y una potencia nominal de 2 motores a 650 Kw. Dadas las carencias del gas generado en este vertedero, es necesario enriquecer el poder calorífico de la mezcla combustible.
- Góngora (Pamplona), con un vertido de 123.863 t/año de residuos, 6 pozos y una potencia nominal de 1 motor de 725 kw.
- Meruelo (Cantabria), con un vertido de 222.312 t/año, 18 pozos y una potencia nominal de 2 motores de 725 kw.

La tendencia futura de verter progresivamente menos materia orgánica en los vertederos de acuerdo con la Normativa Vigente hará que se reconsideren los nuevos proyectos de explotación de biogás.

Así, en los dos últimos años, se han proyectado varias plantas de metanización, algunas ya en ejecución, en las que se convierte en metano una parte de la fracción orgánica de los residuos urbanos mediante biogestores en medio húmedo. Este metano es posteriormente transformado en energía eléctrica. Las cinco plantas en construcción son:

- Consorcio de la Bahía de Cádiz

- A Coruña
- Area metropolitana de Barcelona
- León
- Avila

Tabla 13: Resumen de las políticas y medidas en el sector de los residuos.

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectado	Tipo de instrumento	Situación	Entidad/es encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en equivalentes de CO <sub>2</sub> )		
						1995	2000	2005
Programa de eliminación. Plan Nacional de Residuos Urbanos	Captación y aprovechamiento de biogás	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub>	Normativo Económico	En aplicación	Administración Local y Autonómica	No cuantificable		
Programa de eliminación. Plan Nacional de Residuos Urbanos	Captación y aprovechamiento de biogás por metanización	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub>	Normativo Económico	En construcción	Administración Local y Autonómica	No cuantificable		
Programa de eliminación. Clausura, sellado y recuperación ambiental de vertederos incontrolados. Plan Nacional de Residuos Urbanos	Captación y aprovechamiento de biogás	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub>	Normativo Regulador	En aplicación	Administración Local y Autonómica	No cuantificable		
Programa de compostaje. Plan Nacional de Residuos Urbanos	Aprovechamiento de parte orgánica de los residuos para fabricar compost	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub>	Normativo Económico	En aplicación	Administración Local y Autonómica	No cuantificable		

## **AGRICULTURA**

### **Introducción**

El objetivo general de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero requiere adoptar un conjunto de medidas planificadoras en el contexto de la política agraria, de acuerdo con el marco normativo comunitario, que a través de decisiones de contenido agroambiental persiguen la viabilidad económica de las explotaciones de modo compatible con la reducción de GEI.

Para ello es necesario desarrollar las siguientes actuaciones:

1. Mantenimiento y desarrollo de los sistemas de información geográfica necesarios para la detección de los problemas de emisión y seguimiento de su evolución temporal así como la evaluación de la eficacia de las políticas correctoras aplicadas. A estos efectos, se ha hecho necesaria la creación y el mantenimiento de un banco de datos específico, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación denominado Sistema de Información Geográfica Agraria.
2. Mantener y aumentar el esfuerzo inversor en I+D de manera que sea posible optimizar las inversiones a través de un mejor conocimiento de los escenarios y los procesos.
3. Establecer medidas concretas que permitan la reducción de emisiones de GEI en cada área geográfica.

4. Establecer actuaciones coordinadas con otros sectores productivos que permitan, sin generar problemas adicionales para el sector agrario, utilizar la capacidad que éste tiene para absorber subproductos procedentes de otras actividades.

### Situación por gases

#### Emisiones de metano

Como característica especialmente sobresaliente se ha de destacar el elevado nivel de extensificación de nuestra ganadería de rumiantes, por lo que la reducción de las emisiones de metano debidas a la fermentación entérica ha de ligarse a la disminución del número de cabezas y ello traería consigo para las condiciones agrarias españolas una serie de contrapartidas negativas para el equilibrio ecológico de la ganadería extensiva. Esta solución supondría, asimismo, una contradicción con el principio de agricultura sostenible, provocando cambios sociales en la estructura rural de amplias zonas de nuestro territorio. Para el caso español, la única otra alternativa viable para lograr la reducción sería incidir en la calidad de los alimentos consumidos por la ganadería intensiva.

Por otro lado, un manejo correcto de los residuos y estiércoles de la ganadería intensiva, que favorezcan la disminución de los licuados y la reducción de los procesos anaeróbicos espontáneos permitiría reducir las emisiones debidas al tratamiento de los estiércoles y purines.

Junto a ello, la eliminación de la quema de restos de cultivos en el campo ha de ser un objetivo de la política de reducción en los próximos años, tanto más cuanto se trata de una práctica agrícola desaconsejable desde el punto de vista de la fertilidad de los suelos, factor de importancia relevante en amplias zonas españolas con problemas de erosión y desertificación.

De acuerdo con la experiencia española a nivel de plantas piloto, la producción de biogas, en los términos propuestos por la Comisión europea, no ofrece un balance energético muy positivo teniendo en cuenta los elevados índices de autoconsumo para mantener la temperatura del proceso de fermentación anaeróbica, pero puede ser en un futuro próximo un sistema eficaz para la reutilización de los residuos ganaderos.

#### Emisiones de óxido nitroso

También en este caso cobra una gran importancia el carácter marcadamente extensivo de la agricultura española, que se desarrolla en suelos con bajo contenido en materia orgánica y unas características agroclimáticas que determinan una baja intensidad en los aprovechamientos agrícolas y ganaderos. De esta manera resulta comprensible la limitada capacidad de reducción de emisiones intentando extensificar todavía más las prácticas agrarias.

Excepción de lo anteriormente indicado es la minoritaria agricultura intensiva que, normalmente bajo plástico, se desarrolla en determinadas zonas del litoral español, en las que se emplean sistemas de producción en los que sí es posible incidir para reducir los problemas de contaminación.

En las zonas de agricultura extensiva, la reducción de las emisiones ha de estar condicionada a los planes de acción y las reglas del Código de Buenas Prácticas Agrarias<sup>6</sup> que elaboran las Comunidades Autónomas para la práctica de la actividad agrícola dentro de las zonas declaradas vulnerables a la contaminación por nitratos, instrumentos que reducen las emisiones de óxido nitroso al disminuir el empleo de nitrógeno y racionalizar las rotaciones de cultivos mediante la introducción de leguminosas.

### Emisiones de dióxido de carbono

Las actuaciones que contribuyen a reducir las emisiones de metano y óxido nitroso (especialmente la no quema de rastrojos y restos de cosechas) implican, en general, una reducción del flujo de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, como es el caso de la limitación del uso de abono mineral de nitrógeno y otros. Además, es posible la plantación de cubiertas vegetales de carácter arbóreo o arbustivo que puedan ser consideradas sumideros permanentes de CO<sub>2</sub>.

### Medidas de diagnóstico y control

- Creación de un banco de datos relacionados con el conocimiento de las emisiones y sus fuentes. La Subdirección General de Cultivos Herbáceos, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ha implantado y mantiene actualizado un Sistema de Información Geográfico Agrario (SIGA) que incluye la elaboración anual a nivel provincial de un inventario de GEI y del Balance del Nitrógeno en la Agricultura Española así como la actualización de la Caracterización Agroclimática Española, la elaboración de un Modelo Cartográfico de Riesgos de Erosión, la elaboración de Caracterización de los Medios de Producción, etc.
- La Dirección General de Ganadería, dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, viene colaborando con el Ministerio de Ciencia y Tecnología en los proyectos de I+D+I (Investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica) relacionados con la interacción agricultura/medio ambiente. Así, entre otros proyectos, destacan los de análisis experimental sobre tratamiento y valoración de compuestos orgánicos de origen ganadero, industrial o doméstico en la agricultura, la profundización en el conocimiento de los procesos emisivos, del balance de nutrientes y del carácter protector de las cubiertas vegetales permanentes, de manera que puedan resolverse los problemas que presenta su implantación y persistencia.
- Adopción de metodologías de cálculo de la emisión de gases. Entre las funciones del SIGA se encuentra la elaboración de estimaciones de GEI en la agricultura española, pero es necesario llevar a cabo estudios para el cálculo de factores de emisión específicos para España, por lo que ha sido necesario poner en funcionamiento un grupo de trabajo conjunto Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación/Ministerio de Medio Ambiente.

---

<sup>6</sup> Planes de actuación y Códigos de Buenas Prácticas Agrarias que tienen su origen en la Directiva 91/676 CE de control de contaminación de las Aguas por nitratos de origen agrario traspuesta por Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.

### Medidas correctoras

- Puesta en marcha de los programas de acción en zonas vulnerables y de una política de información y fomento del uso de los Códigos de Buenas Prácticas Agrícolas para la reducción de los efectos contaminantes por nitratos. Ello incluye, reducir el empleo de fertilizantes minerales en las 2.200.000 has de cultivos que se encuentran dentro de las casi 3.100.000 has declaradas como zonas vulnerables para eliminar los excedentes de estos fertilizantes obtenidos en el balance de nitrógeno. Esto se traduce en la reducción de alrededor de 56.000 t/año de abonado de nitrógeno, lo que significa la reducción de unas 1.010 t/año de emisión de N<sub>2</sub>O y de 308.000 t/año de CO<sub>2</sub> en la fabricación de abonos.
- Diseño de programas para garantizar que no se quemen rastrojos, condicionando a su observancia el cobro de las ayudas agrícolas. Prohibición de quema de rastrojos de cereales, excepto cuando esta práctica venga aconsejada por razones fitosanitarias y sea autorizada por la autoridad competente, que conllevaría asociada una reducción de 2.160 t de metano anuales y 50 t de óxido nitroso.
- Establecimiento de medidas de apoyo a la racionalización de la fertilización, permitiendo la incorporación adecuada de los estiércoles y purines complementariamente con los fertilizantes nitrogenados de síntesis y evitando un exceso en el uso de nitrógeno de síntesis. Reducción de empleo de alrededor de 55.000 t/año de N de síntesis, que se traduce en una disminución de la emisión de 1.000 t/año de N<sub>2</sub>O como efecto dentro del sector y en la reducción de 302.500 t/año de emisión de CO<sub>2</sub> en los procesos de fabricación de abonos.
- Mantener las tierras retiradas del cultivo conforme a las prácticas agronómicas establecidas por la Política Agraria Común (PAC) que supone un 20% de la superficie de base. Esto supone, desde su entrada en vigor en 1993, una reducción en la aplicación de fertilizante mineral de unas 117.000 t anuales, que suponen una emisión de unas 2.120 t de N<sub>2</sub>O.
- Racionalizar el aprovechamiento de las superficies agrarias, mediante un plan de reforestación de tierras que son objeto de cultivo o aprovechamiento agropecuario. Reforestación de tierras agrarias a un ritmo de unas 20.000 ha. anuales, para alcanzar unas 150.000 ha. en el año 2006, lo que supondría una reducción en la fertilización mineral de unas 13.300 t de N, que suponen una emisión de N<sub>2</sub>O de 240 t en el 2006.
- Transformar, mediante el correspondiente Plan de Fomento, las tierras de peor aptitud cerealista a pastizales. No se puede evaluar todavía la posible respuesta.
- Conservar el paisaje y prevenir los incendios en sistemas extensivos de pastoreo, actuando en 49.622 ha/año.
- Coordinar las políticas agrarias con otros sectores de la actividad que generan subproductos susceptibles de uso en la Agricultura
  - Utilización agrícola de compost de lodos de depuradoras. La Agricultura puede absorber al menos 300.000 t/año de compost de esta procedencia, mejorando

las condiciones de abonado y rebajando los costes. Aparte de los efectos indirectos en la reducción de emisiones, hay que contabilizar el de la reducción de 9.000 t anuales de N, rebajando la emisión de CO<sub>2</sub> en unas 49.500 t/año. Se estima en unas 5.000 t la reducción de la emisión de metano.

- Utilización agrícola de compost procedente de la fermentación aeróbica de residuos sólidos urbanos. El compostaje de RSU puede alcanzar las 800.000 t/año y la Agricultura puede absorber más de 300.000 ó 500.000 t anuales, mejorando la calidad del abonado y reduciendo el coste del mismo. Esto produce, en primer lugar, una reducción media de 11.700 t de N anuales y una disminución de 64.350 t/año de emisión de CO<sub>2</sub>. En segundo lugar, 300.000 t/año de compost suponen alrededor de 1.200.000 t/año de residuos sólidos urbanos, cantidad que no será tratada en los vertederos, por lo que se reducirá la emisión de metano en unas 48.000 t/año.
- Mejorar las características de los alimentos de la ganadería intensiva, para aumentar su digestibilidad y reducir así la emisión de metano. En el vacuno podría reducirse la emisión de metano por fermentación entérica en unas 50.000 - 60.000 t/año
- Premiar los planes de higiene rural impulsados por algunos Ayuntamientos para recoger selectivamente plásticos de invernaderos, restos vegetales y otros productos contaminantes y proceder posteriormente a su reciclaje. No se puede evaluar todavía la posible respuesta.
- Incrementar el efecto sumidero por acumulación de biomasa leñosa como resultado de la reforestación. Existe un grupo interministerial constituido para elaborar una metodología para España que permita cuantificar el efecto sumidero y que se extenderá a los cultivos herbáceos. De momento, al no poder cuantificar el efecto, tampoco se puede concretar el objetivo y, además, hay que hacer referencia al estudio de la Universidad de Duke, publicado en Nature, en el que se cuestiona el efecto de los bosques en la reducción del calentamiento del planeta.
- Desarrollar, de acuerdo con el Plan de Fomento de las Energías renovables, el incremento de la superficie destinada a la producción de biomasa para la obtención de energía y sustituir combustibles fósiles, a partir de tierras actualmente cultivadas, principalmente, en secanos semiáridos, alcanzando unas 800.000 a 1.000.000 hectáreas en 2010, para obtener unas 3.350.000 tep (toneladas equivalentes de petróleo) que evitarán la emisión a la atmósfera de 10.284.500 t de CO<sub>2</sub>.

El conjunto de las medidas agroambientales y de forestación de tierras agrarias suponen un total de unos 244.190 millones de pesetas en el período 2000-2006.

Tabla 14: Resumen de las políticas y medidas en agricultura.

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectado	Tipo de instrumento	Situación	Entidad/es encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes de CO <sub>2</sub> )		
						1995	2000	2005
Realización anual del inventario de GEI en la Agricultura Española a nivel provincial	Detección de problemas y seguimiento de las medidas correctoras	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO	De información e investigación	En aplicación	· Colaboración de la Secretaría General de Agricultura con el MIMAM	No cuantificable		
Elaboración del Balance del Nitrógeno en la Agricultura Española a nivel provincial	Apoyo para la estimación de GEI en los cálculos referentes a nitrógeno	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO	De información e investigación	En aplicación	· Secretaría General de Agricultura	No cuantificable		
Actualización del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000	Conocimiento de los usos y aprovechamientos del suelo	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO	De información e investigación	En aplicación	· Subdirección Gral. de Cultivos Herbáceos	No cuantificable		
Actualización de la Caracterización Agroclimática Española	Obtención de las variables climáticas precisas para la estimación de GEI	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO	De información e investigación	En aplicación	· Subdirección Gral. de Cultivos Herbáceos	No cuantificable		
Elaboración Modelo Cartográfico de Riesgos de Erosión	Detectar zonas vulnerables a la erosión, en las áreas geográficas ocupadas por cultivos herbáceos, de manera que puedan establecerse o dictaminarse medidas correctoras en los sistemas de laboreo, las cuales tendrán como consecuencia, entre otras la reducción de la oxidación de la materia orgánica	CO <sub>2</sub>	De información e investigación	En aplicación	· Subdirección Gral. de Cultivos Herbáceos	No cuantificable		
Caracterización de los Sistemas de Producción en los Cultivos Herbáceos	Conocimiento de los inputs precisos para la estimación de GEI	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO	De información e investigación	En aplicación	Dirección General de Agricultura/ INIA	No cuantificable		
Colaboración con el Ministerio de Ciencia y Tecnología en la actividad I+D+I	Particularización para España de los procesos emisivos	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO	De información e investigación	En aplicación	· Secretaría General de Agricultura/ INIA	No cuantificable		
Puesta en marcha de los programas de acción en Zonas Vulnerables a la contaminación por nitratos	Reducción del empleo de fertilizante mineral en la cantidad marcada como exceso en el Balance del Nitrógeno, (unas 56.000 t/año), que se traduce en unas 1.010 t/año de N <sub>2</sub> O y unas 308.000 t/año de CO <sub>2</sub> debidas a los procesos de fabricación de los abonos	N <sub>2</sub> O CO <sub>2</sub>	De educación Acuerdos voluntarios negociados	En aplicación	· Colaboración de la Secretaría General de Agricultura con el Ministerio de Medio Ambiente · Aplicación por las CCAA			621.100
Fomento de los Códigos de Buenas Prácticas Agrícolas para la racionalización de la fertilización	Incorporación adecuada de los estiércoles y purines, reduciendo el uso de N de síntesis en unas 55.000 t/año, que se suponen unas 1.000 t/año de N <sub>2</sub> O, unas 302.500 t/año de CO <sub>2</sub> debidas a los procesos de fabricación de los abonos	N <sub>2</sub> O CO <sub>2</sub>	De educación Acuerdos voluntarios negociados	En aplicación	· Coordina el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación · Aplicación por las Comunidades Autónomas			612.500

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectado	Tipo de instrumento	Situación	Entidad/es encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes de CO <sub>2</sub> )		
						1995	2000	2005
Establecimiento y control de los requisitos agroambientales que supeditan el cobro de las ayudas directas en el marco de la PAC	Prohibición de la quema de rastrojos de cereales evitando la emisión 2.160 t de metano y 50 t de óxido nítrico	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO	Normativa Económica	En aplicación	Coordina el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación			60.860
Establecimiento y control de los requisitos agroambientales que supeditan el cobro de las ayudas directas en el marco de la PAC	Mantener las tierras retiradas del cultivo (20% de la superficie de base) que supone una reducción en la aplicación de fertilizante mineral de unas 117.000 t anuales, que suponen una emisión de unas 2.120 t de N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> O	Normativa Económica	En aplicación	· Coordina el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación · Aplicación por las Comunidades Autónomas			657.200
Programa de Desarrollo Rural para las Medidas de Acompañamiento en España. Racionalización del aprovechamiento de las superficies agrarias, mediante un plan de reforestación de tierras que son objeto de cultivo o aprovechamiento agropecuario.	Forestación de tierras agrarias a un ritmo de unas 22.000 ha. anuales, para alcanzar unas 153.000 ha. en el año 2006, lo que supondría una reducción en la fertilización mineral de unas 13.300 t de N, que suponen una emisión de N <sub>2</sub> O de 240 t en el 2006	N <sub>2</sub> O	Normativa Económica	En aplicación	· Coordina el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación · Aplicación por las Comunidades Autónomas			64.015
Programa de Desarrollo Rural para las Medidas de Acompañamiento en España	Paso de tierras de peor aptitud cerealista a pastizales y rastrojeras	N <sub>2</sub> O	Normativa Económica	En aplicación	· Coordina el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación	No se puede evaluar todavía la posible respuesta		
Programa de Desarrollo Rural para las Medidas de Acompañamiento en España	Conservación y prevención de incendios en sistemas extensivos de pastoreo, actuando sobre 49.622 ha/año	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO CO <sub>2</sub>	Normativa Económica	En aplicación	· Coordina el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación · Aplicación por las Comunidades Autónomas			
Coordinación de políticas agrarias con otros sectores de la actividad que generan subproductos susceptibles de uso en la Agricultura	Utilización agrícola de 300.000 t/año de compost de lodos de depuradoras, reduciendo unas 9.000 t/año de N de síntesis, que suponen unas 49.500 t/año de CO <sub>2</sub> debidas a su fabricación. Se estima en unas 5.000 t la reducción de la emisión de metano	N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub> CO <sub>2</sub>	Acuerdos voluntarios negociados	En aplicación	· Coordinación entre distintos departamentos ministeriales, entre ellos el de Agricultura, Pesca y Alimentación			205.000
Coordinación de políticas agrarias con otros sectores de la actividad que generan subproductos susceptibles de uso en la Agricultura	Utilización agrícola de 400.000 t/año de compost de RSU, reduciendo unas 11.700 t/año de N de síntesis, que implican unas 64.350 t/año de CO <sub>2</sub> debidas a su fabricación. Este compost implica no tratar 1.200.000 t de RSU que suponen una emisión de metano en los vertederos de unas 48.000 t/año	N <sub>2</sub> O CH <sub>4</sub> CO <sub>2</sub>	Acuerdos voluntarios negociados	En aplicación	· Coordinación entre distintos departamentos ministeriales, entre ellos el de Agricultura, Pesca y Alimentación			1.137.877

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectado	Tipo de instrumento	Situación	Entidad/es encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes de CO <sub>2</sub> )		
						1995	2000	2005
Mejora de las características de los alimentos de la ganadería intensiva, para aumentar su digestibilidad	Reducir la emisión de metano. En el vacuno podría reducirse la emisión de metano por fermentación entérica en unas 50.000 - 60.000 t/año. De momento sólo se puede cuantificar el efecto aproximado sobre el vacuno	CH <sub>4</sub>	Acuerdos voluntarios negociados	En estudio	· Colaboración del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Comunidades Autónomas			1.155.000
Incentivación de los planes de higiene rural impulsados por algunos Ayuntamientos	Recoger selectivamente plásticos de invernaderos, restos vegetales y otros productos contaminantes y proceder posteriormente a su reciclaje	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O NO <sub>x</sub> CO CO <sub>2</sub>	De educación Acuerdos voluntarios negociados	En aplicación	· Ayuntamientos	No se puede evaluar todavía la posible respuesta		
Creación de un sumidero por acumulación de biomasa leñosa como resultado de la reforestación.	De momento, al no poder cuantificar el efecto, tampoco se puede concretar el objetivo	CO <sub>2</sub>	De investigación	En estudio	· Colaboración Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Medio Ambiente y Comunidades Autónomas	No se puede evaluar todavía la posible respuesta		
Plan de Fomento de las Energías renovables	Incremento de la superficie destinada a producción de biomasa para obtención de energía, sustituyendo combustibles fósiles, a partir de tierras actualmente cultivadas, principalmente, en secanos semiáridos, alcanzando unas 800.000 a 1.000.000 de hectáreas en 2010, para obtener unas 3.350.000 tep (toneladas equivalentes de petróleo) que evitarán la emisión a la atmósfera de 10.284.500 t de CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Normativa Económica	En aplicación	· Colaboración entre distintos departamentos ministeriales, entre ellos el de Agricultura, Pesca y Alimentación			10.284.500

## **POLITICA FORESTAL**

### **Introducción**

A la hora de contabilizar todas las posibles acciones de secuestro de Carbono mediante actividades forestales, es necesario previamente establecer el marco de referencia para este tema en España. La definición de monte de la vigente Ley de Montes de 8 de junio de 1957, según su artículo 1, y su Reglamento de 22 de febrero de 1962, artículo 4 considera al monte (término de referencia más cercano al de superficie forestal) por exclusión de otro tipo de superficies: “*se entiende por monte o terreno forestal la tierra en que vegetan especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedentes de siembra o plantación, siempre que no sean características del cultivo agrícola o fueran objeto del mismo*”.

### *Líneas marcadas por la política forestal española, a través de su Estrategia y del borrador del Plan Forestal Español*

La Administración Española lleva a cabo las acciones necesarias para el desarrollo de una política forestal española, basada en los siguientes principios:

- Desarrollo sostenible, mediante la ordenación de los montes y el impulso de la silvicultura, según directrices que recojan los criterios e indicadores paneuropeos para la gestión sostenible de los ecosistemas forestales.
- Multifuncionalidad de los montes. La recuperación de la cubierta vegetal y la ampliación de la superficie arbolada, con los objetivos de protección del suelo y regulación del ciclo hidrológico, contribución a paliar las consecuencias del cambio climático, y mejora del balance nacional de materias primas forestales, entre otros.
- Contribución a la cohesión territorial a través del desarrollo rural, fijando población y empleo.
- Contribución a la cohesión ecológica, integrando la conservación de la diversidad biológica en la gestión forestal y preservando, además, el patrimonio genético forestal.
- Participación pública y social en la formulación de las políticas, estrategias y programas, proponiendo la corresponsabilidad de la sociedad en la conservación y gestión de los montes.

Aunque todos están profundamente relacionados, se han resaltado los principios que interaccionan de un modo más directo con las políticas y medidas encaminadas a la atenuación de los efectos del Cambio Climático.

### *Diagnóstico de la situación actual*

La Subdirección General de Montes, integrada en la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCN) y, por tanto, en la Secretaría General de Medio Ambiente del citado Ministerio es la unidad responsable de la evaluación y seguimiento del sector forestal, así como de la coordinación con las Comunidades Autónomas. En este proceso de cooperación con las Comunidades Autónomas, la Administración General del Estado tiene competencias de ejecución, aunque no de gestión directa de monte alguno, salvo una pequeña cantidad adscrita al Organismo Autónomo de Parques Nacionales debido a su especial valor y potencialidad como propiedad de futuros Parques Nacionales o por su funcionalidad de uso representativo de las altas instituciones del Estado.

Los grandes ejes del proceso actual de cooperación Estado – Autonomías, que se encuentran en cierta forma ligados a la prevención del Cambio Climático y al fomento de la capacidad fijadora del bosque como sumidero de carbono, son los siguientes:

- Inversiones en hidrología forestal, gestionadas por la DGCN, que actúa conjuntamente a través de convenios suscritos con cada una de las Comunidades Autónomas en materia de corrección hidrológica, protección de cabeceras de cuencas, y lucha contra los arrastres y avenidas mediante la realización de obra civil, restauración forestal y mejora de la capacidad retenedora de la vegetación existente

- Ayudas complementarias para acciones de desarrollo y ordenación de bosques por parte de los propietarios privados, repartidas entre las Comunidades Autónomas, primero mediante convenios Estado-Comunidades Autónomas y desde 1998 mediante acuerdo del Consejo de Ministros, territorializando la subvención en cumplimiento del artículo 156 de la Ley General Presupuestaria.
- Líneas de trabajo articuladas con las Comunidades Autónomas para el seguimiento de plagas y agentes nocivos y contaminación atmosférica, selección del material de base para la producción del material forestal de reproducción, elaboración del mapa y del inventario forestal, así como la recepción de información sobre Montes de Utilidad Pública para una actualización permanente del Catálogo de Montes de Utilidad Pública.
- Coordinación con las Comunidades Autónomas para la lucha contra incendios forestales. En el conjunto de actuaciones se incluye tanto el apoyo en cobertura aérea que presta la Dirección General de Conservación de la Naturaleza a las Comunidades Autónomas en la defensa de los montes contra los incendios forestales, como los Planes de Acciones Prioritarias contra los Incendios Forestales (PAPIF), desarrollados en cooperación con las Comunidades Autónomas, y en donde se integran los perímetros de protección elaborados por cada Comunidad Autónoma.
- Lucha contra la desertificación: en 1981 se puso en marcha el proyecto LUCDEME (Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo), que dedicó recursos a la investigación básica y a proyectos de desarrollo de la metodología en coordinación con universidades y centros de investigación. Con la ratificación por España del Convenio de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación, se puso en marcha la elaboración, de acuerdo con las Comunidades Autónomas afectadas, del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND). Asimismo, a instancias del Estado Español, se incluyó la lucha contra la desertificación entre los programas prioritarios de la Unión Europea en el marco del Programa Euro-Mediterráneo.
- También la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, mediante convenios con Ministerios y otras instituciones, realiza actuaciones de repoblación forestal en terrenos por ellos gestionados, aunque hasta el momento no ha formulado objetivos cuantificados, ni gestiona fórmulas de repoblación, salvo en el marco de la hidrología forestal.
- Tras la aprobación del Protocolo de Kioto de diciembre de 1997 sobre el Cambio Climático se ha señalado, dentro de las competencias estatales, la coordinación de la información y de determinación del papel de las masas forestales como sumideros de carbono.

De todos los programas mencionados, los de lucha contra incendios forestales, los de hidrología forestal y los de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica en los bosques, tienen, al menos en parte, financiación de la Unión Europea.

La estabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero a los niveles de 1990 es el objetivo que el Convenio Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas pretende alcanzar. Para ello se han creado una serie de instrumentos dentro del *Protocolo de Kioto*. Los artículos 3.3 y 3.4, entre otros, contemplan la posibilidad de utilizar los bosques como sumideros de Carbono (C) mediante las siguientes acciones:

- El incremento de la superficie forestal a través de los procesos de *reforestación* (restauración de sistemas forestales en los terrenos que han sido tradicionalmente dedicados a este uso) y *forestación* (instauración de bosques en terrenos agrícolas abandonados o sin uso definido).
- La conservación y mejora de la superficie forestal mediante la aplicación, entre otras, de técnicas apropiadas de restauración hidrológico-forestal y la lucha contra la desertificación, y defensa del monte contra los incendios forestales, las plagas y enfermedades.
- La mejora de la capacidad de captación de CO<sub>2</sub> de los sistemas forestales mediante la mejora de su eficiencia en términos de biomasa, a través de actuaciones silvícolas, siempre cumpliendo el principio de una gestión forestal sostenible.

A través de este tipo de acciones aplicadas al caso español se puede lograr un incremento notable y duradero de la eficiencia de nuestros sistemas forestales como sumideros de CO<sub>2</sub> y, por tanto, una amortiguación de los efectos del cambio climático a escala global. Entre 1990, año base para la contabilización de los sumideros de carbono en los bosques, y 2000 las labores forestales llevadas a cabo, así como la propia dinámica evolutiva de los sistemas forestales, han permitido una sustancial mejora de la capacidad de secuestro de estos ecosistemas españoles. La biomasa arbórea existente en la superficie forestal española en 1990 suponía un almacenamiento de 214.000.000 toneladas de Carbono.

En definitiva sólo las acciones llevadas a cabo durante los últimos años en forestación y reforestación han permitido la absorción de un total de casi 32 millones toneladas de Carbono entre los años 1990 y 2001.

A esto debe unirse las siguientes medidas, no directamente cuantificables, pero de indudable importancia en la conservación y mejora de la capacidad de los bosques como sumideros de Carbono.

- Planes de ordenación y manejo silvícola realizados en el ámbito autonómico.
- Actuaciones en materia de prevención y control de incendios forestales.

### *Políticas y medidas en curso*

El proceso de puesta en marcha del Plan Forestal Español, como elemento articulador en el presente y en el futuro de la política forestal española, va a marcar las actuaciones que están desarrollándose actualmente, y las líneas de prioridad y trabajo para el futuro. Los ejes prioritarios de actuación de dicho plan son los siguientes:

Tabla15: Ejes prioritarios de actuación en el Plan Forestal Español.

A. ACCIONES SOBRE EL TERRITORIO	A. 1. Restauración de la cubierta vegetal y ampliación de la superficie arbolada.	La restauración con fines prioritariamente protectores. La restauración Hidrológico Forestal
		La repoblación con fines prioritariamente productores
	A. 2. Gestión Forestal Sostenible	Ordenación de montes
		Silvicultura de mejora de masas forestales
	A. 3. Defensa del Monte y Protección del Patrimonio Público Forestal	Lucha contra Incendios Forestales
		Sanidad Forestal
		Conservación y Mejora de Recursos Genéticos
		Catálogo de Montes de Utilidad Pública
	A. 4. Conservación de la Diversidad Biológica y uso sostenible de los recursos forestales	Red Nacional de Vías Pecuarias
		La Conservación de la Diversidad Biológica en los Espacios Forestales.
		Los Espacios Forestales Protegidos y la Red Natura 2000
		La Red de Parques Nacionales
B. ACCIONES SOCIOECONOMICAS Y CULTURALES	B. 1. Promoción de las Industrias de productos forestales	Promoción de las Industrias de productos forestales
		Comunicación y Participación
	B. 2. Cultura Forestal. El Valor Social del Monte	Asociacionismo Forestal
		Usos Recreativos del Monte y Conservación del Paisaje
		Lo forestal en la Educación Ambiental
		Formación Complementaria a los Sistemas Reglados
		La Caza y la Pesca
	B. 3. Información e Investigación Forestal	Estadística Forestal
		Investigación Forestal
	C. ACCIONES INSTITUCIONALES	C. 1. Instrumentos de Coordinación y Política Forestal Exterior
Política Forestal Exterior		

En este marco cabe destacar las siguientes acciones directamente relacionadas con la contribución española a la lucha contra el Cambio Climático:

## **Línea 1: absorción vía sumideros**

Las estimaciones que se exponen a continuación se basan en la proyección de las actuaciones enmarcadas dentro del Plan Forestal Español, cuyo período de vigencia estimada es de 30 años. Por tanto, las cantidades expuestas son previsiones a 30 años. Tres son las líneas de mayor importancia en este apartado:

### 1.1 Incremento de la superficie forestal.

El incremento de la superficie forestal recoge las actuaciones de repoblación forestal en el marco de la restauración hidrológico forestal, que incluyen tanto labores de forestación como de reforestación. Se estima que la superficie afectada por esta actividad será un total 3.800.000 hectáreas de cubierta vegetal, lo cual puede llegar a suponer, en términos de sumideros de carbono, la fijación de aproximadamente 55.923.840 Tm de Carbono.

A ello habría que añadir las propuestas de repoblación con especies nobles en montes públicos, así como las que la iniciativa privada pueda abordar con especies de crecimiento rápido. Si bien no es posible en este momento cuantificar la superficie que será repoblada con estas acciones, su contribución a la captación de carbono será sin duda muy significativa.

### 1.2 Forestación de tierras agrarias.

El proceso de forestación de tierras agrarias es una actividad compartida por el Ministerio de Medio Ambiente y el de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), cuyo desarrollo es realizado en el apartado correspondiente al MAPA.

### 1.3 Operaciones silvícolas para el manejo forestal.

Por otro lado, con todas las actividades de gestión forestal y tratamientos silvícolas, lo que en el Protocolo se ha venido en llamar *manejo forestal*, se producirá una importante mejora en la producción de biomasa forestal con el subsiguiente incremento en el secuestro de dióxido de carbono. De acuerdo con los análisis llevados a cabo, se estima que será posible incrementar un 20% la actual capacidad de fijación de dicho elemento en el área objeto de actuaciones de clareos, claras, densificación de áreas desarboladas y silvicultura preventiva (1.334.000 has.).

En el período de aplicación del Plan Forestal esto supondrá un secuestro adicional de 6,7 millones de Tm. de carbono por parte de los sistemas forestales españoles, a lo que deberá sumarse la cantidad de combustible fósil no quemado al ser sustituido por combustible bioenergético proveniente de estas actividades silvícolas.

Además, también las acciones de defensa de los montes previstas en el Plan tienen, sin duda, incidencia sobre el almacenamiento de carbono, pues al proteger las masas forestales existentes, y evitar los agentes causantes de su degradación, la producción de biomasa es más alta, y de forma proporcional la captación de estos gases.

En el caso de los incendios forestales el efecto es, si cabe, más patente, pues evitando un incendio no solamente se mantiene una masa capaz de captar carbono, sino que se evita una fuente ocasional de liberación de carbono a la atmósfera.

Pese a que no sea posible hacer una evaluación cuantificada, es evidente el efecto positivo que, sin duda, tiene la aplicación de estas actuaciones sobre la fijación de carbono en los montes.

En definitiva, si el Plan Forestal Español se llevara a la práctica cumpliendo las necesidades de reforestación y silvicultura estimadas en su diagnóstico, se estima en más de 60 millones de toneladas el aumento de Carbono captado en nuestro país, durante el período referido de 30 años.

## **Línea 2: medidas correctoras**

Se consideran como tales aquellas actividades no directamente cuantificables en términos de Carbono secuestrado y fijado, pero cuya aplicación redunde en una conservación y mejora de los stocks existentes. Entre ellas destacan:

### 2.1: Lucha contra incendios forestales

El grado de eficacia alcanzado por los medios de prevención, vigilancia y extinción, reforzados y tecnificados notablemente en los últimos diez años, puede calificarse como muy alto. Esta eficacia ha permitido limitar el impacto del fuego favoreciendo, sin embargo, la acumulación de combustibles. Si bien la superficie quemada en los últimos años no sufre variaciones muy significativas, salvo años excepcionales, no ocurre lo mismo con el número de incendios forestales, que muestra una tendencia creciente, tanto en España (especialmente en el Noroeste de la Península) como en los demás países mediterráneos de la Unión Europea. Aunque gran parte de estas iniciaciones se quedan en conatos (menos de 1 ha.), su elevado número compromete los resultados que pueden obtenerse con los medios de extinción, obligando a incrementar continuamente las inversiones en ellos.

Dado que reducir este número es el objetivo de las labores de prevención, es evidente que no se ha alcanzado aún la eficacia deseable en la identificación de causas y la necesidad de fomentar las actuaciones preventivas, con un especial énfasis en la silvicultura. La acción de este tipo de tratamientos se estima que debe aplicarse con una periodicidad de 5 ó 6 años y sobre una superficie aproximada de 2 millones de has.

Por otro lado, es preciso mantener el actual nivel de eficacia en la extinción. En consecuencia, tres grandes objetivos en los que se trabaja actualmente son:

- Determinación y actuación sobre las causas, tanto inmediatas como estructurales. Aumento de las acciones de sensibilización social.
- Mejora constante de las acciones de prevención y vigilancia, con especial énfasis en la silvicultura preventiva.
- Mantenimiento del actual nivel de eficacia en la extinción.

### 2.2: Sanidad forestal

Las medidas de información y control fitosanitario tienen repercusión inmediata en el mantenimiento de la vegetación con unos adecuados niveles de salud, la consiguiente evitación de pérdida de biomasa, y la garantía de mantener los procesos de crecimiento e incremento normal de los stocks de Carbono asociados. Los principales objetivos del Programa de Sanidad Forestal se dirigen a:

- Mejora del grado de información y conocimiento sobre el estado sanitario de los montes y los agentes que intervienen en él mediante la promoción de la investigación en este campo.
- Control y seguimiento de la acción y efectos de los agentes bióticos, abióticos, contaminantes y climáticos que inciden sobre los montes españoles.
- Prevención y control de enfermedades y plagas mediante la promoción de acciones silvícolas específicamente destinadas a la mejora del estado fitosanitario de los montes, tratamientos específicos y acciones de lucha biológica de baja incidencia sobre el medio.

### **Línea 3: seguimiento e investigación**

#### 3.1: El seguimiento

El instrumento básico de seguimiento es el **Inventario Forestal Nacional (IFN)**, que en su actual ejecución (Tercer Inventario, 1996-2005) contempla la conversión de los datos obtenidos a unidades de biomasa, para su posterior paso a toneladas de Carbono. El análisis evolutivo de los resultados obtenidos en los diferentes Inventarios permitirá un seguimiento adecuado de las variaciones de stocks de Carbono en el ámbito de vegetación.

Una herramienta complementaria de gran utilidad es la desarrollada a partir de inventarios parciales de vegetación. El Inventario Ecológico y Forestal de Cataluña ha permitido el cálculo de los factores de expansión (corteza, ramas, ramillos, follaje, y, en algunos caso, biomasa subterránea) para más de 20 especies forestales, sobre la base de una toma de datos de suficiente entidad para considerarse representativa. La extrapolación de estos resultados al IFN permitirá un ajuste mucho mayor de los resultados en términos de stocks de Carbono derivados de la biomasa forestal existente, y de su evolución.

El **Mapa Forestal**, a escala 1:200.000 (con su desarrollo en curso en forma digitalizada a escala 1:50.000), y la actualización periódica del mismo, es el otro instrumento básico de seguimiento, profundamente relacionado con el IFN.

Como elemento compilador de los datos ofrecidos por el IFN, las bases de datos de incendios y cualquier otra información sobre superficie y existencias forestales, se articula el denominado **Banco de Datos de la Naturaleza**, que en su desarrollo permite:

- la entrada de información cartográfica y alfanumérica existente, georeferenciada del medio natural (tanto la generada internamente, como la aportada por otras instituciones);
- el análisis, elaboración de datos, almacenamiento de información y constitución como fuente de referencia;
- la producción de resultados en función de las necesidades existentes.

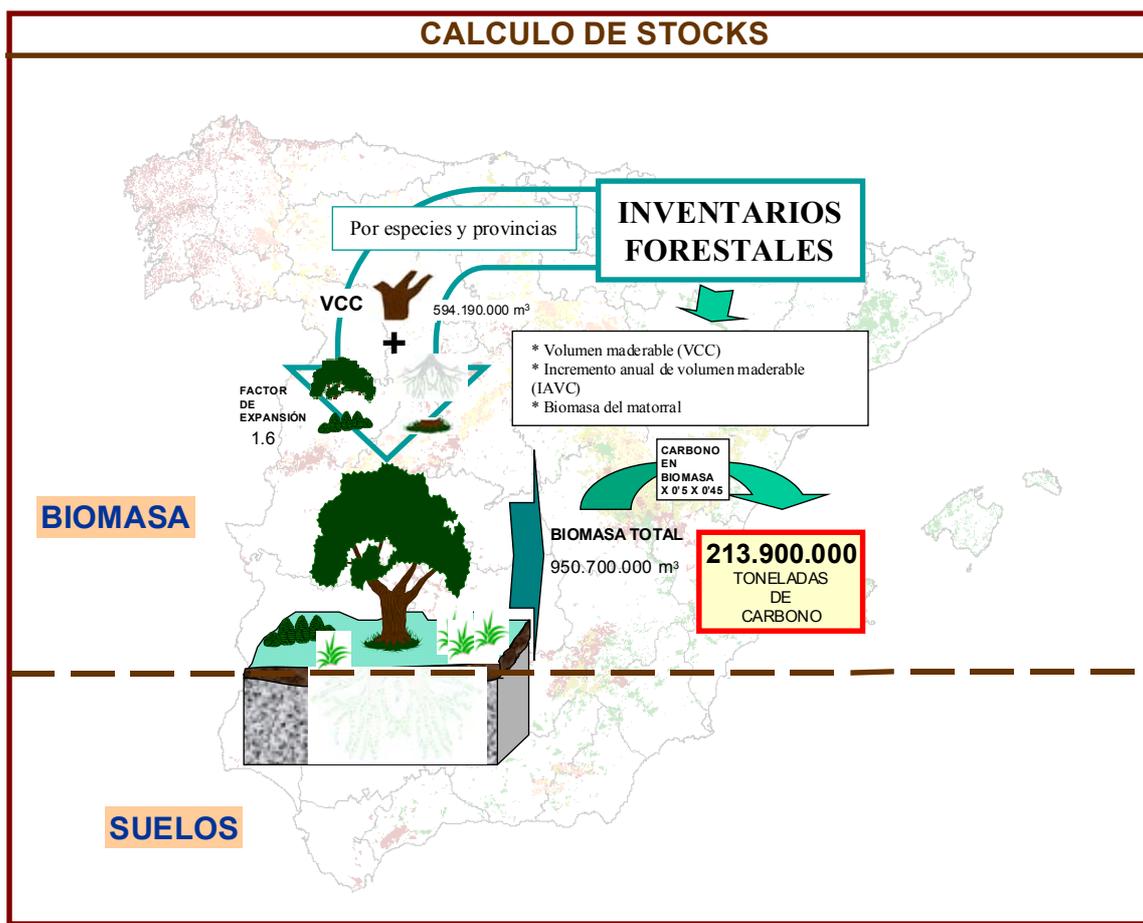


Figura 20: Papel del bosque español como sumidero de Carbono (datos de 1990, en proceso de actualización).  
Fuente: Dirección General de Conservación de la Naturaleza (Ministerio de Medio Ambiente).

El fin último (proyecto en fase de diseño) es la creación y mantenimiento de una **Estadística Forestal**, que incluya no sólo superficies, existencias y variación de las mismas, sino además cuestiones como la propiedad, o el manejo silvícola, los flujos de producción y corta, comercio y distribución de productos maderables (importaciones y exportaciones incluidas), o volúmenes de aprovechamiento de biofuelles, por ejemplo, con periodicidad anual.

### 3.2: Investigación

En el aspecto de investigación la DGCN participa en las acciones encaminadas a mitigar los efectos del Cambio Climático en dos aspectos:

- Mejora de los datos propios mediante proyectos de investigación mantenidos por la propia DGCN. En este aspecto destacan los trabajos realizados en común con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid, encaminados al estudio de los factores de expansión de biomasa en la superficie forestal española. Asimismo es de reseñar la colaboración con el Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals de la Universitat de Barcelona (CREAF), con objeto de extrapolar los datos obtenidos en sus parcelas de investigación a la totalidad del Inventario

Forestal Nacional. Un tema hasta ahora no evaluado suficientemente hace referencia a las existencias y variaciones de los stocks de Carbono en los suelos forestales. Para ello está previsto intentar llevar a cabo un estudio en un futuro próximo con dos organismos de investigación (Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo y Universidad de Santiago), con objeto de obtener resultados en este campo.

- Colaboración dentro de acciones nacionales o internacionales relacionadas con el Cambio Climático. La DGCN participa dentro de la acción europea de investigación COST-E21 (contribución de los bosques a la atenuación de los efectos de los gases de efecto invernadero). Asimismo desarrolla líneas de seguimiento en colaboración con organismos de investigación pública sobre los denominados “efectos adversos” (posible retroceso o desaparición de superficies forestales ante un clima cambiante), enfocado a daños por extremos climáticos puntuales, a variaciones en la biodiversidad vegetal o a desencadenamiento de procesos de degradación y desvitalización forestal con explosión asociada de agentes patógenos oportunistas. La Red Europea de Seguimiento Intensivo y Continuo de Daños en los Bosques (Red CE de Nivel II) ha planteado como uno de sus objetivos prioritarios para el próximo futuro el análisis integrado de estos efectos en el ámbito europeo.
- Otro aspecto es el estudio de los flujos de Carbono dentro de los sistemas forestales, línea de investigación que la DGCN apoya, tanto en la torre existente actualmente de medición de flujos, como en la puesta en marcha de nuevos medidores en el futuro inmediato.

Tabla 16: Resumen de las políticas y medidas correspondientes al sector de política forestal.

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectado	Tipo de instrumento	Situación	Entidad o entidades encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes en CO <sub>2</sub> )			
						1995	2000	2005	2010
Forestación	Forestación de tierras agrarias	CO <sub>2</sub>		En aplicación	MAPA y CCAA	163.898*	121.537*	En proceso de cálculo	En proceso de cálculo
Reforestación	Incremento sumideros de carbono mediante el aumento de los stocks de biomasa.	CO <sub>2</sub>		En aplicación	MIMAM y CCAA	239.453*	249.569*	En proceso de cálculo	En proceso de cálculo
Manejo forestal	Incremento biomasa en bosques mediante operaciones silvícolas.	CO <sub>2</sub>		En aplicación	MIMAM y CCAA	-	-	En proceso de cálculo	En proceso de cálculo
Incendios forestales	Evitar la destrucción de los stocks de CO <sub>2</sub> y su liberación a la atmósfera.	CO <sub>2</sub>		En aplicación	MIMAM y CCAA	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable
Sanidad forestal	Evitar la destrucción de los stocks de CO <sub>2</sub> y su liberación a la atmósfera.	CO <sub>2</sub>		En aplicación	MIMAM y CCAA	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable
Inventario Forestal Nacional	Conocimiento de las existencias de biomasa y carbono fijados.	CO <sub>2</sub>	De información.	En aplicación	MIMAM	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable

\* Datos en proceso de actualización.

Denominación de la política o medida	Objetivo y/o actividad afectados	GEI afectados	Tipo de instrumento	Situación	Entidad o entidades encargadas de la aplicación	Estimación del efecto de mitigación, por gas (en un año concreto, no acumulativo, en toneladas equivalentes en CO <sub>2</sub> )			
						1995	2000	2005	2010
Mapa Forestal Nacional	Cartografiado y georeferencia de los stocks de carbono en bosques.	CO <sub>2</sub>	De información.	En aplicación	MIMAM	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable
Banco de Datos de la Naturaleza	Conocimiento pormenorizado de los stocks de carbono y del impacto de las actividades sobre sumideros en bosques.	CO <sub>2</sub>	De información.	En aplicación	MIMAM	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable
Cálculo de los factores de expansión de biomasa	Conocimiento pormenorizado de las existencias en biomasa de todos los componentes de un sistema forestal.	CO <sub>2</sub>	De información e investigación	En aplicación	MIMAM y Convenio con Centros de Investigación.	-	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable
Medición de flujos de carbono en sistemas forestales	Modelización de la dinámica de captura y liberalización de carbono en un sistema forestal.	CO <sub>2</sub>	De investigación	En aplicación	MIMAM y Centros de Investigación.	-	No cuantificable	No cuantificable	No cuantificable



## PROYECCIONES Y EFECTO GLOBAL DE LAS POLITICAS Y MEDIDAS

### PROYECCIONES DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DE ORIGEN ENERGETICO

Cuando se elaboró la Segunda Comunicación Nacional, el Grupo de Prospectiva Energética IDAE-MINER-MEH<sup>7</sup> estaba llevando a cabo la simulación del consumo de energía y emisiones asociadas de CO<sub>2</sub> hasta el año 2020. En el período transcurrido entre la Segunda Comunicación Nacional y su revisión en profundidad, el grupo de prospectiva finalizó la Simulación provisional del Escenario Base, dando lugar a dos documentos<sup>8</sup>, que fueron presentados durante la revisión en profundidad, como se recoge en el informe de las Naciones Unidas sobre esa revisión.

Durante 1999, coincidiendo con la elaboración del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España<sup>9</sup>, el Grupo de Prospectiva Energética IDAE-MINER-MEH actualizó los trabajos anteriores mediante la simulación de dos nuevos escenarios, denominados Escenario Tendencial y Escenario Ahorro Base, con horizonte temporal en el año 2010. Los trabajos sirvieron para establecer los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables<sup>10</sup> y fueron objeto, posteriormente, de una publicación<sup>11</sup>.

Ambos escenarios comparten proyecciones de población, crecimiento económico, y objetivos de desarrollo, en términos absolutos, de las energías renovables.

El *Escenario Tendencial* representa continuidad (salvo en materia de energías renovables) y proyecta hacia el futuro las pautas de consumo que se han venido registrando durante los últimos años, adaptadas en función de variables básicas de escenario, como los precios energéticos, la población o el crecimiento económico, así como de los cambios que se estima se producirán de forma autónoma, sin modificaciones significativas de las políticas de eficiencia energética o medioambiental.

---

<sup>7</sup> Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio de Industria y Energía (MINER), Ministerio de Economía y Hacienda (MEH). Durante el año 2000 se produjeron cambios en la Administración Española, entre ellos, la desaparición del MINER y MEH como tales. Por su parte, el IDAE pasó de estar adscrito al MINER, a estarlo al Ministerio de Ciencia y Tecnología, de reciente creación. La participación en el Grupo del desaparecido Ministerio de Industria y Energía -MINER- se produjo a través de la Subdirección General de Planificación Energética, actualmente dependiente de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Economía, y la del también desaparecido Ministerio de Economía y Hacienda -MEH- a través de la Subdirección General de Análisis y Programación Regional y Sectorial, que se integró en la Dirección General de Presupuestos del Ministerio de Hacienda y dio lugar a la Subdirección de Análisis y Evaluación de las Políticas de Gasto durante el año 2000.

<sup>8</sup> "La energía en España: 1995-2020. Simulación provisional del Escenario Base" (Informe y anexos), diciembre de 1997, Grupo de Trabajo de Prospectiva MINER-IDAE-MEH.

<sup>9</sup> MINER-IDAE. Plan de Fomento de las Energías Renovables en España. Madrid, 1999. Aprobado por el Gobierno el 30 de diciembre de 1999.

<sup>10</sup> Una participación de las fuentes renovables en el consumo de energía primaria de al menos el 12% en el año 2010.

<sup>11</sup> IDAE. Prospectiva Energética y CO<sub>2</sub>: Escenarios 2010. IDAE: Madrid, 2000.

Por su parte, el *Escenario Ahorro Base* contempla una sensible intensificación con respecto al pasado de las actuaciones en materia de eficiencia energética, no sólo por el mayor crecimiento de los precios del petróleo y de las principales materias primas energéticas considerados en este escenario, sino, fundamentalmente, como consecuencia de la necesidad de inducir políticas más activas de eficiencia energética y protección medioambiental desde las Administraciones Públicas, así como de un mayor compromiso social en estas materias, aspectos que se consideran requisitos imprescindibles para que se produzca una evolución como la representada por este escenario.

Por lo que se refiere a la consideración de las energías renovables, ambos escenarios contemplan el mismo crecimiento de estas fuentes hasta el año 2010, que coincide con los ambiciosos objetivos de desarrollo establecidos en el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España, objetivos que en el propio Plan se asocian al Escenario Ahorro Base, como escenario de eficiencia, y en el que la contribución de las fuentes renovables en el año 2010 supera el 12% del consumo de energía primaria.

La simulación de los dos escenarios se ha realizado en tres fases: en primer lugar, la simulación del consumo final de energía, que se ha llevado a cabo, como en los trabajos anteriores, con el modelo de uso final MED-PRO<sup>12</sup>, que permite un análisis sectorial con un elevado grado de desagregación de los cinco sectores de consumo final (Industria, Transporte, Residencial, Servicios y Agricultura); en segundo lugar, a partir de los resultados de la demanda final de energía, se han evaluado los sectores transformadores (Electricidad y Refino), incluyendo opciones de cobertura energética para la demanda de los sectores de consumo final; el consumo final de energía más el de los sectores transformadores (incluyendo en estos últimos las pérdidas en transporte y distribución) dan lugar al consumo de energía primaria y, por último, una vez obtenido el consumo primario, se ha procedido a la evaluación de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía.

---

<sup>12</sup> El MED-PRO es un modelo de uso final, de la familia MEDEE, para la simulación a medio y largo plazo de los consumos finales de energía. En él se realiza la representación analítica de los mecanismos de formación de la demanda a través de la desagregación detallada de los citados mecanismos en módulos de comportamiento homogéneo y mediante el diseño de escenarios. Con motivo de la revisión en profundidad de la Segunda Comunicación Nacional, el IDAE presentó un documento complementario sobre las características del Modelo MED-PRO.

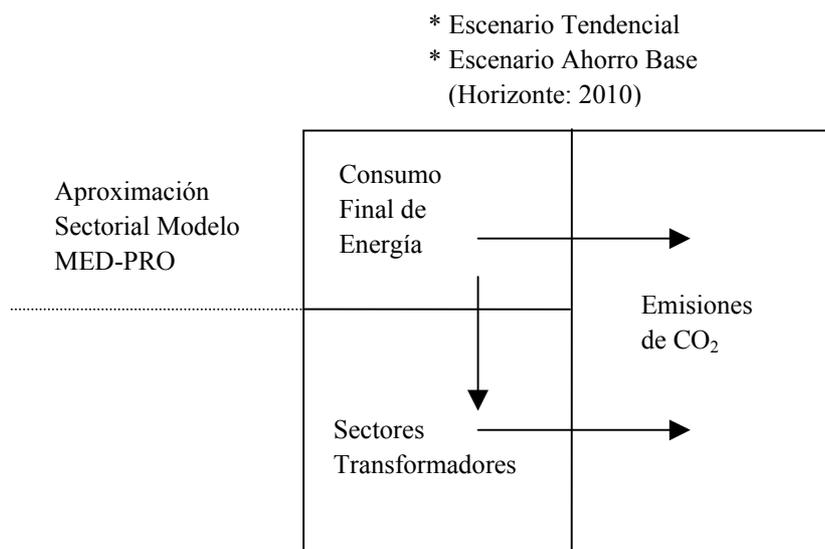


Figura 21: ESCENARIOS FUTUROS DE ENERGIA Y CO<sub>2</sub>

Al llevar a cabo la simulación, el último año para el que se disponía de datos de consumo de energía era 1998, con desglose por fuentes, aunque no por sectores. La simulación se hizo para los años 2000, 2005 y 2010, utilizando como referencia los datos de consumo de energía de 1990 y 1995. Para estos dos años de referencia y para los tres de simulación se han evaluado<sup>13</sup> las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a tales consumos (emisiones que no incluyen ni el tráfico aéreo internacional, ni las derivadas de la combustión de la biomasa). Para 1990 y 1995, las emisiones así evaluadas presentan una ligera diferencia con las correspondientes a los inventarios nacionales, apenas perceptible en el primero de los años.

El **Escenario Tendencial** se corresponde<sup>14</sup> con las llamadas proyecciones "**con medidas**", pues contempla, como el otro escenario, el mismo desarrollo de las energías renovables (en términos absolutos) recogido en el Plan de Fomento de las Energías Renovables aprobado a finales de 1999.

El **Escenario Ahorro Base** se correspondería con las proyecciones "**con medidas adicionales**", pues además de los objetivos de renovables, este escenario supone y requiere una intensificación sustancial de las actuaciones de eficiencia energética, con mejoras en todos los sectores, con respecto a las aplicadas durante la década de los noventa. Así se reconoce en el Plan de Fomento de las Energías Renovables, que asocia sus objetivos de desarrollo con este escenario, para que estas fuentes alcancen en 2010, al menos el 12% del consumo de energía primaria.

<sup>13</sup> Los criterios metodológicos para el cálculo de emisiones se han basado en los derivados de las directrices del IPCC ("Greenhouse Gas Inventory" Volúmenes 1,2 y 3, revisión de 1996 de las directrices para los inventarios nacionales de emisiones elaboradas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático -IPCC-) en cuanto a la determinación de coeficientes y fracciones de carbono no oxidadas. Para los contenidos energéticos de ciertos combustibles sólidos se han empleado las tablas para España de la OCDE-AIE.

<sup>14</sup> De acuerdo con la terminología del documento FCCC/CP/1999/7, sobre preparación de las comunicaciones nacionales.

La tabla siguiente recoge la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético para el denominado Escenario Tendencial (proyecciones con medidas), que arroja un crecimiento global del 48% entre 1990 y 2010, con aumentos muy elevados en el transporte (73%), el sector servicios (77%) y el residencial (65%), siendo el transporte, por su elevado nivel de emisiones y su fuerte crecimiento, el sector que más contribuye al crecimiento de CO<sub>2</sub> asociado a este escenario.

Tanto el Escenario Tendencial, como el Ahorro Base, consideran en sus hipótesis que se alcanzan los ambiciosos objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables, cuyo crecimiento hasta el año 2010 evita, entre otras, la emisión a la atmósfera en ese año de un importante volumen de emisiones de dióxido de carbono, entre 19,5 y 41,5<sup>15</sup> millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, y ello tiene un efecto ya descontado en el crecimiento de emisiones energéticas de este gas en los dos escenarios simulados de entre 9 y 20 puntos porcentuales en el año 2010. El desarrollo de estas fuentes es, por tanto, un elemento clave para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 17: ESCENARIO TENDENCIAL

EMISIONES DIRECTAS(1) DE CO <sub>2</sub> DE ORIGEN ENERGÉTICO (Millones de toneladas)						
	1990	1995	2000	2005	2010	Variación de 1990 a 2010 (%)
DE CONSUMO FINAL DE ENERGIA						
Industria	49	49	61	63	65	33%
Transporte (2)	60	70	86	97	105	73%
Residencial	11	12	15	17	19	65%
Servicios	5	5	7	8	8	77%
Agricultura	8	9	11	11	11	39%
TOTAL CONSUMO FINAL	133	145	181	196	208	56%
DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	64	74	91	83	85	33%
DE REFINO	10	11	13	14	14	40%
<b>TOTAL CO<sub>2</sub> DE ORIGEN ENERGÉTICO</b>	<b>207,5</b>	<b>229,7</b>	<b>284</b>	<b>293</b>	<b>307,4</b>	<b>48%</b>
<b>INDICE DE EVOLUCIÓN 1990=100</b>	<b>100</b>	<b>111</b>	<b>137</b>	<b>141</b>	<b>148</b>	

(1): Sin imputar a cada sector las derivadas de la electricidad consumida por ellos.

(2): Por convenio, sólo parte de las emisiones procedentes del transporte aéreo se contabilizan en el balance nacional.

Fuente: Grupo de Prospectiva Energética IDEA-MINER-MEH

<sup>15</sup> Según se evalúen las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por la generación de electricidad con renovables con relación a las que se habrían producido de generar dicha electricidad en centrales de ciclo combinado a gas natural o con relación a centrales de carbón.

La tabla siguiente presenta la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético para el denominado Escenario Ahorro Base (proyecciones con medidas adicionales).

Tabla 18: ESCENARIO AHORRO-BASE

EMISIONES DIRECTAS(1) DE CO <sub>2</sub> DE ORIGEN ENERGÉTICO (Millones de toneladas)						
	1990	1995	2000	2005	2010	Variación de 1990 a 2010 (%)
DE CONSUMO FINAL DE ENERGÍA						
Industria	49	49	59	59	59	21%
Transporte (2)	60	70	84	89	89	47%
Residencial	11	12	15	16	16	44%
Servicios	5	5	7	7	8	57%
Agricultura	8	9	11	11	10	28%
TOTAL CONSUMO FINAL	133	145	176	182	182	36%
DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	64	74	84	72	70	9%
DE REFINO	10	11	13	13	13	33%
<b>TOTAL CO<sub>2</sub> DE ORIGEN ENERGÉTICO</b>	<b>207,5</b>	<b>229,7</b>	<b>272,9</b>	<b>267,8</b>	<b>265,4</b>	<b>28%</b>
ÍNDICE DE EVOLUCIÓN 1990=100	100	111	132	129	128	

(1): Sin imputar a cada sector las derivadas de la electricidad consumida por ellos.

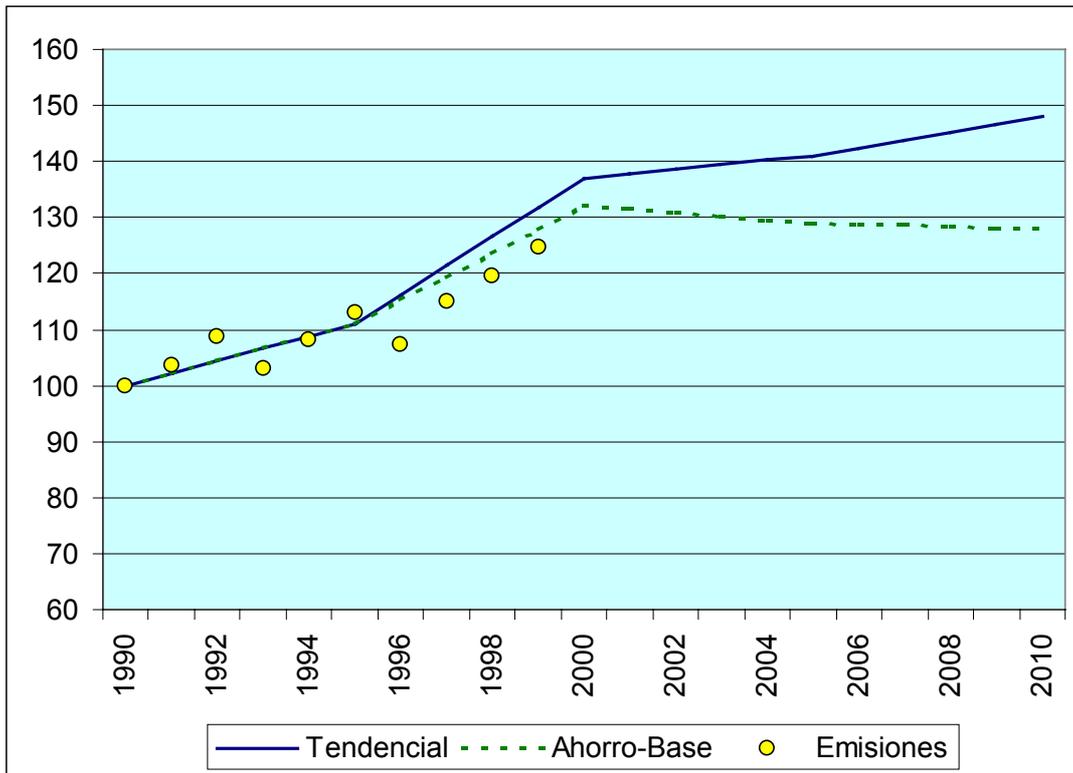
(2): Por convenio, sólo parte de las emisiones procedentes del transporte aéreo se contabilizan en el balance nacional.

Fuente: Grupo de Prospectiva Energética IDEA-MINER-MEH

En el Escenario Ahorro Base el crecimiento global de emisiones entre 1990 y 2010 es del 28%, con crecimientos importantes, aunque muy por debajo de los del otro escenario, en los servicios, el transporte y el sector residencial. El transporte es, también en este escenario el que mayor presión ejerce al alza sobre las emisiones totales de CO<sub>2</sub>. Cabe señalar el reducido aumento de emisiones atribuido en el Escenario Ahorro Base al sector de generación eléctrica (9%).

Cabe recordar que aunque este escenario asume y requiere la adopción próxima de medidas que intensifiquen sustancialmente las actuaciones de eficiencia energética con respecto a la década pasada, en su concepción y diseño no se ha establecido el objetivo de alcanzar un nivel predeterminado de crecimiento de emisiones.

El gráfico siguiente recoge la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético en los dos escenarios descritos desde 1990 hasta 2010, así como los valores de las citadas emisiones procedentes de los inventarios entre 1990 y 1998.

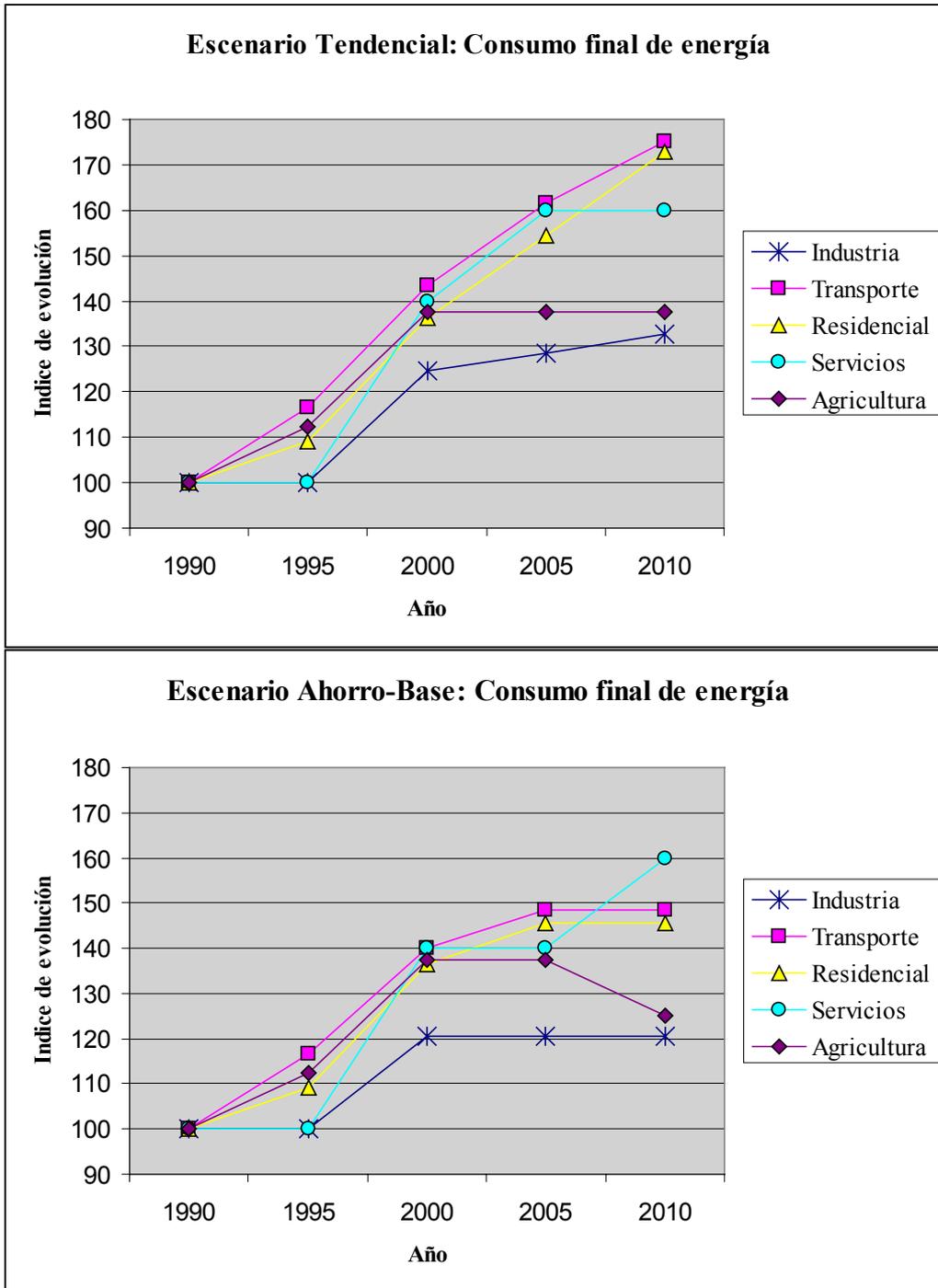


(1): Los valores representativos de los escenarios son los de los años acabados en cero o en cinco. El resto de años corresponde a interpolación lineal de aquéllos.

Fuente: Elaboración IDAE con datos del Grupo de Prospectiva Energética IDAE-MINER-MEH y de Inventarios Oficiales Españoles.

Figura 22: Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético por escenarios (1)

Por último, incluimos dos figuras en las que se representan los resultados obtenidos aplicando los escenarios Tendencial y Ahorro-Base desagregando la información en la medida en que lo permiten los estudios realizados. En la primera se compara la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del consumo final de energía en cada uno de los sectores considerado: industria, transporte, residencial, servicios y agricultura. En la segunda figura se incluyen las emisiones debidas a la generación eléctrica, al refinó y total de consumo final de energía.



Fuente: Elaboración IDAE con datos del Grupo de Prospectiva Energética IDAE-MINER-MEH

Figura 23: Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> de consumo final de energía por escenario.

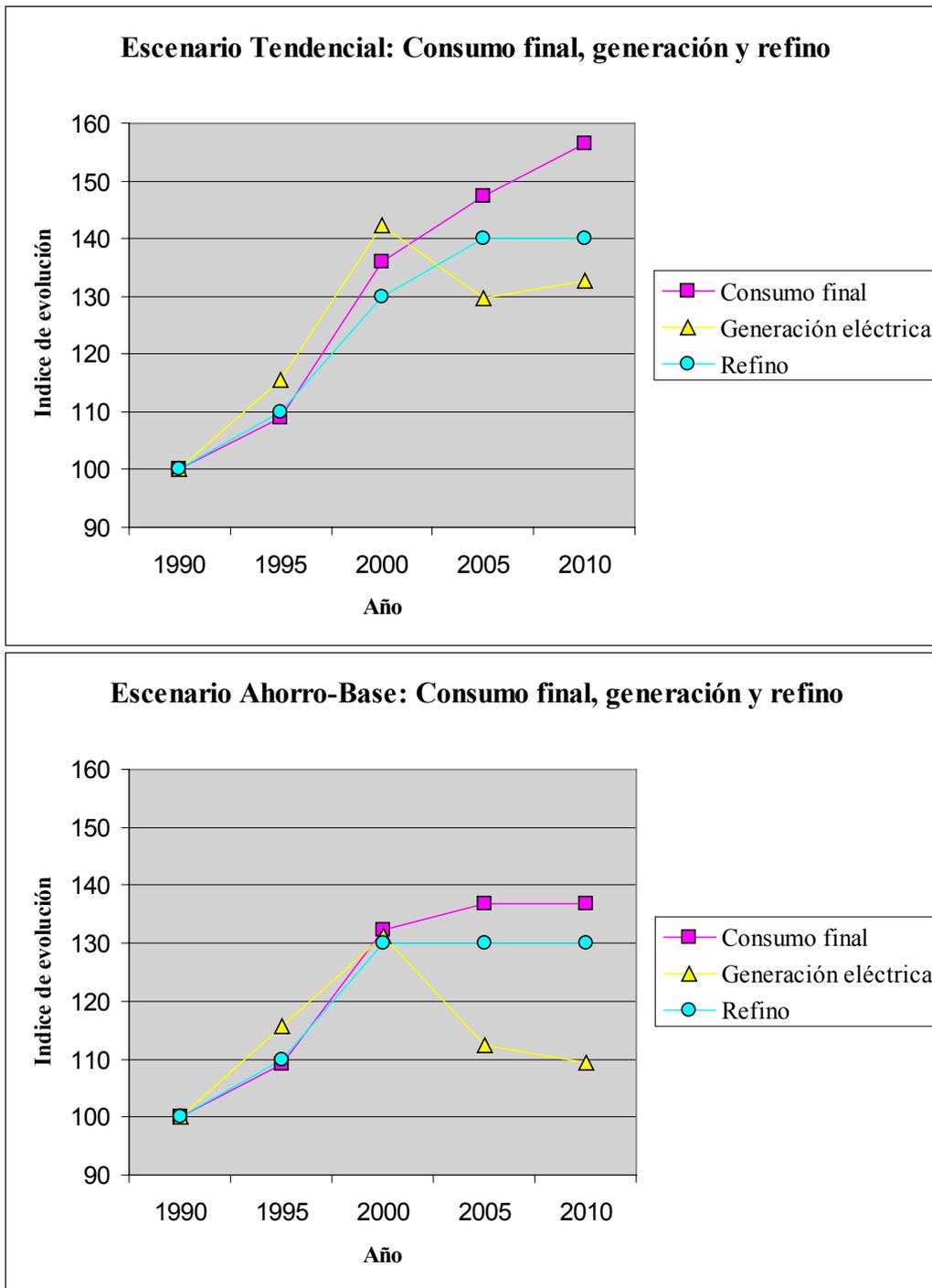


Figura 24: Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> del consumo final de energía, generación y refino por escenarios.  
 Fuente: Elaboración IDAE con datos del Grupo de Prospectiva Energética IDAE-MINER-MEH.

## EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD, EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO Y MEDIDAS DE ADAPTACION

### **RECURSOS HIDRICOS**<sup>16</sup>

A diferencia de otras políticas sectoriales que abordan el cambio climático desde criterios limitativos, como agentes productores del mismo que deben autoregularse para minimizar sus efectos (caso de las emisiones industriales de gases atmosféricos), afrontar el problema del cambio climático desde la perspectiva de la planificación hidrológica requiere adoptar una posición adaptativa. El fenómeno se supone externo al sistema de utilización del agua, para el que deben buscarse, en su caso, estrategias de adaptación que permitan mitigar las consecuencias adversas.

La influencia del cambio climático sobre los sistemas de explotación de recursos hídricos opera en dos fases sucesivas. En primer lugar, la modificación de las condiciones atmosféricas induce una modificación del ciclo hidrológico natural - de los recursos hídricos naturales - que supondrá cambios en la magnitud y estacionalidad de los flujos de agua y de su calidad. En segunda instancia, esta modificación hidrológica y atmosférica puede afectar a los distintos requerimientos hídricos, e influir sobre la utilización del agua a través de los sistemas de explotación, sus infraestructuras y sus reglas de gestión.

El impacto final real requiere, pues, una identificación de estas dos fases distintas. Dada la diversidad de sistemas existentes (diferentes vulnerabilidades, garantías, resiliencias, fragilidad de ecosistemas, etc.), no resulta posible generalizar resultados más allá de los estrictamente hidrológicos, debiendo, en su caso, realizarse tal análisis posterior para cada sistema, de forma singularizada. En consecuencia, analizaremos aquí el posible impacto sobre los recursos hídricos, dejando a un lado el posible impacto sobre las demandas sectoriales de agua.

### **Efectos del cambio climático en los recursos hídricos**

Para abordar el problema hidrológico, una posible opción es partir de las hipótesis de escenarios previsibles de cambio climático para España. Un primer análisis lo constituye el estudio de cómo pueden repercutir esas variaciones climáticas en la escorrentía media anual en régimen natural en los distintos ámbitos territoriales de la planificación hidrológica. La estimación de este impacto permitiría adoptar supuestos razonables sobre las series de aportaciones naturales o recursos hídricos totales de los ríos, y obtener así unas series de

---

<sup>16</sup> El contenido de este apartado se basa, esencialmente, en los trabajos recogidos en dos publicaciones fundamentales en lo que a los recursos hídricos y su gestión respecta:

- El “Libro Blanco del Agua en España” (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), en el que se hizo un diagnóstico de los problemas y necesidades relacionados con el agua en todo el territorio español;
- El Volumen III, “Análisis de los Sistemas Hidráulicos”, de la documentación que acompaña al Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001 de 5 de julio).

Los detalles sobre la información que se muestra en este apartado de la Comunicación Nacional se encuentran en esas publicaciones y en las referencias que en ellas aparecen.

diseño que, introducidas en los modelos de los sistemas de explotación, permitirían evaluar el impacto del cambio climático supuesto sobre nuestros sistemas hídricos.

Así, el empleo de técnicas de modelización matemática que simulen dinámicamente la fase terrestre del ciclo hidrológico permitiría realizar una estimación del impacto del cambio climático sobre las series de aportaciones mensuales en los ríos. Los modelos de este tipo, como el empleado aquí, establecen balances hídricos para los distintos procesos que tienen lugar desde el momento en que llueve hasta que el agua escurre superficial o subterráneamente, y estiman las aportaciones a partir de datos meteorológicos (precipitación, evapotranspiración potencial, etc.) y de las características físicas del territorio (vegetación, hidrogeología, edafología, etc.).

En el análisis se han supuesto los siguientes escenarios climáticos, considerados representativos de lo que podría suceder en nuestro país en el futuro inmediato bajo la hipótesis de duplicación del CO<sub>2</sub>, prevista para el 2030:

- Escenario 1. Aumento de 1 °C en la temperatura media anual.
- Escenario 2. Disminución de un 5% en la precipitación media anual y aumento de 1 °C en la temperatura.

Estos escenarios climáticos futuros se consideran compatibles con los resultados obtenidos aplicando Modelos de Circulación General Acoplados Océano-Atmósfera bajo el supuesto de duplicación de la concentración de CO<sub>2</sub> en el año 2030.

Tomando como punto de partida los dos escenarios anteriores, se ha aplicado un modelo hidrológico de simulación denominado SIMPA (Sistema Integrado de Modelización de la Precipitación y la Aportación), desarrollado en el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX<sup>17</sup>. El modelo simula los procesos implicados en la producción de escorrentía mediante ecuaciones de balance y de transferencia (esquema conceptual), que se aplican en cada una de las celdas en las que el territorio es discretizado (esquema distribuido). Mediante el auxilio de un Sistema de Información Geográfica de tipo matricial, el modelo ejecuta las ecuaciones del ciclo hidrológico y evalúa los recursos hídricos a escala mensual. En este estudio de simulación la discretización se ha establecido de forma que cada celda tiene unas dimensiones de 1km x 1km.

En la figura 25 y en la figura 26 se muestran las disminuciones porcentuales de escorrentía media anual respecto a la situación actual, correspondientes a cada uno de los escenarios considerados. Estas disminuciones anuales se calculan a partir de los resultados mensuales obtenidos por el modelo en el período de simulación 1940-1996.

---

<sup>17</sup> “Modelo distribuido para la evaluación de recursos hídricos”. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. 1999.

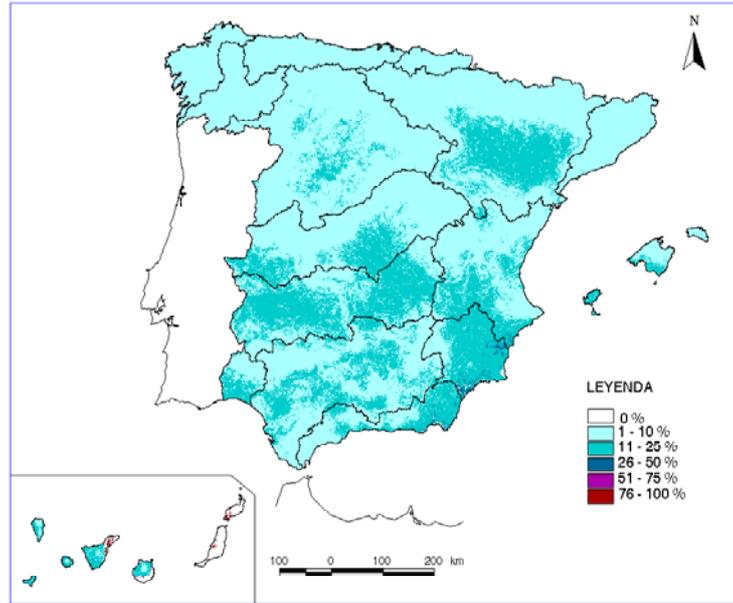


Figura 25: Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 1.  
Fuente: Libro Blanco del Agua (MIMAM).

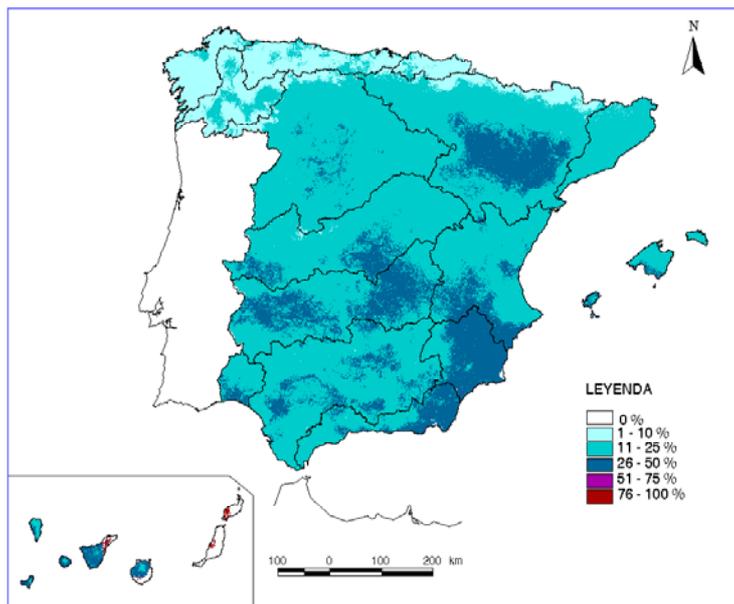


Figura 26: Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 2.  
Fuente: Libro Blanco del Agua (MIMAM).

En la tabla 19 se cuantifican estos efectos, mostrándose, para cada ámbito territorial, el valor medio interanual del porcentaje de disminución de las aportaciones totales en estos dos escenarios climáticos considerados.

Tabla 19: Porcentaje de disminución de la aportación total, por ámbitos de planificación, para los escenarios climáticos considerados.

Fuente: Libro Blanco del Agua (MIMAM).

Ámbito	Escenario 1	Escenario 2
Norte I	-3	-10
Norte II	-2	-10
Norte III	-2	-9
Duero	-6	-16
Tajo	-7	-17
Guadiana I	-11	-24
Guadiana II	-8	-19
Guadalquivir	-8	-20
Sur	-7	-18
Segura	-11	-22
Júcar	-9	-20
Ebro	-5	-15
C.I. Cataluña	-5	-15
Galicia Costa	-2	-9
Baleares	-7	-18
Canarias	-10	-25
España	-5	-14

También se ha analizado un escenario extremo, poco verosímil, suponiendo una disminución de un 15% en la precipitación media anual y un aumento extremo de 4 °C en la temperatura. Las reducciones en la aportación, en este caso, son mucho mayores, alcanzando en algunos ámbitos valores superiores al 50%.

El análisis realizado permite concluir que el sureste peninsular, la cuenca del Guadiana, el valle del Ebro y la España insular, son las áreas donde el impacto sobre los recursos hídricos se manifestaría más severamente.

Los resultados obtenidos son del mismo orden de magnitud que las estimaciones de impacto sobre los recursos realizadas en otras regiones del mundo similares hidrológicamente a España, como es el caso de California. En todo caso, y como ya se ha dicho, estos resultados no deben ser tomados en modo alguno como definitivos, sino como una llamada de atención, y un punto de partida para posteriores, y más precisos, estudios de impacto. Se debe, además, tener presente que, como se apuntó, los escenarios utilizados se corresponden con la hipótesis de duplicación del CO<sub>2</sub> prevista para el 2030 y que este año queda fuera de los horizontes de la planificación hidrológica actual.

Volviendo a los dos escenarios considerados, una cifra media global representativa de ese

cambio, proyectada al segundo horizonte de la planificación hidrológica<sup>18</sup>, y sensiblemente encajada en todas las horquillas de los distintos ámbitos, sería del orden del 5-6 %, tal y como muestra el gráfico de la figura 27. El efecto que esta disminución de los recursos naturales podría tener en los recursos disponibles peninsulares se ha evaluado, de modo global, en torno a un 4%.

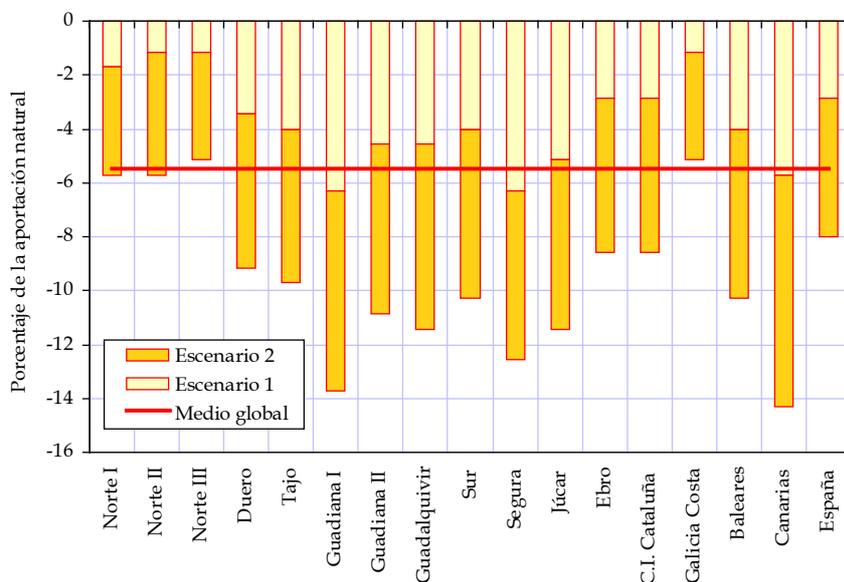


Figura 27: Porcentajes de disminución de la aportación total, para los escenarios climáticos considerados, en el largo plazo de la planificación hidrológica (20 años).

Fuente: Libro Blanco del Agua (MIMAM).

<sup>18</sup> El segundo horizonte de planificación corresponde a un plazo de 20 años. Por lo tanto, estamos hablando aquí de una fecha que se sitúa en torno al año 2020. Nótese que anteriormente se ha tomado como horizonte el año 2030.

### Medidas de adaptación al cambio climático

Los planes integrados de gestión de los recursos hídricos deben constituir un elemento básico dentro de las estrategias de adaptación al cambio climático. Pues bien, el estudio que se acaba de exponer en el apartado anterior acerca de los posibles efectos del cambio climático sobre la disponibilidad de los recursos hídricos se ha tenido en cuenta en el diseño del Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001 de 5 de julio). Como veremos más adelante, en el Volumen III de la documentación del Plan (Análisis de los Sistemas Hidráulicos) se introduce una reducción de las aportaciones como hipótesis de cambio climático, analizándose el efecto de estas disminuciones en la planificación de la gestión.

El Plan Hidrológico Nacional tiene por objeto coordinar los diferentes Planes Hidrológicos de Cuenca, e intentar resolver aquellos déficits que alguno de ellos no pudiera superar con los recursos hídricos propios. Así por ejemplo, el Plan Hidrológico Nacional es el instrumento destinado a establecer cuándo las carencias deberían solventarse mediante trasvases. Para ello, se adopta una perspectiva global, contemplando un uso armónico y coordinado de todos los recursos hídricos. Entre las medidas consideradas en el Plan, tenemos la transferencia de aguas entre distintos ámbitos territoriales y la obtención de recursos alternativos como son los procedentes de: i) la desalación de aguas de mar y salobres; ii) la reutilización y la depuración de aguas residuales; iii) la canalización y esorrentía del agua de lluvia; y iv) la reposición artificial de aguas subterráneas.

En el Volumen III de la documentación del Plan Hidrológico, “Análisis de los Sistemas Hidráulicos”, se lleva a cabo un estudio sobre posibles transferencias hídricas entre diferentes cuencas hidrográficas. En este trabajo se parte de los resultados elaborados en el Libro Blanco, según los cuales parece razonable que se estudien con detalle como posibles ámbitos territoriales receptores los del Segura, Júcar, Cuencas Internas de Cataluña, Guadiana, Guadalquivir y Sur oriental, y como ámbitos cedentes los del Tajo, Ebro y Duero. En el Plan Hidrológico Nacional se ha profundizado en los análisis de las cuencas anteriormente citadas, utilizando para ello modelos matemáticos analíticos que permiten reproducir con detalle el comportamiento de los diferentes sistemas de explotación.

En cada una de las cuencas se optimiza el sistema de gestión introduciendo como datos de entrada básicos las series históricas de aportaciones, las demandas previstas en un escenario de máximo desarrollo y la existencia de ciertos retornos. Un factor importante a tener en cuenta es que en el proceso de optimización se impone como restricción del sistema la existencia de caudales mínimos necesarios para satisfacer la conservación del medio natural. La modelización del sistema de gestión se completa incluyendo en el mismo los elementos de regulación: embalses, acuíferos y conducciones. Teniendo en cuenta todos estos factores se optimiza la gestión y se calcula la circulación de caudales medios. De esta manera se obtienen los caudales sobrantes en los puntos que previamente se habían considerado como susceptibles de ser el origen de trasvases y se analiza cómo se ven afectadas las garantías de abastecimiento en las cuencas con déficit estructural.

El estudio que se acaba de describir se completa introduciendo una hipótesis de cambio climático. En cada cuenca hidrográfica susceptible de transferir recursos se han repetido los cálculos partiendo de una disminución generalizada de las aportaciones naturales como consecuencia de un hipotético cambio climático. En todos los casos se suponen dos escenarios genéricos que se consideran compatibles con los resultados recogidos en el Libro Blanco del Agua para el segundo horizonte de planificación (alrededor del año 2020):

- Escenario 1: Reducción generalizada de las aportaciones naturales del 5%.
- Escenario 2: Reducción generalizada de las aportaciones naturales del 10%.

Asimismo, se considera un efecto de irregularidad mediante reducciones de menores del 10%.

Todo el proceso de optimización de los sistemas hídricos se ha realizado tanto sin tener en cuenta los efectos del cambio climático como considerando las hipótesis de cambio climático y la introducción de infraestructuras adicionales.

La conclusión general del estudio es que la serie de circulaciones anuales no se ve afectada de forma significativa por la reducción de aportaciones naturales, aunque debe admitirse que podrían fallar más demandas propias de la cuenca. La siguiente figura recoge los datos agregados obtenidos al introducir las hipótesis de cambio climático en la modelización del sistema de gestión. Hay que señalar que los datos que apuntamos aquí se refieren únicamente a caudales/sobrantes medios anuales.

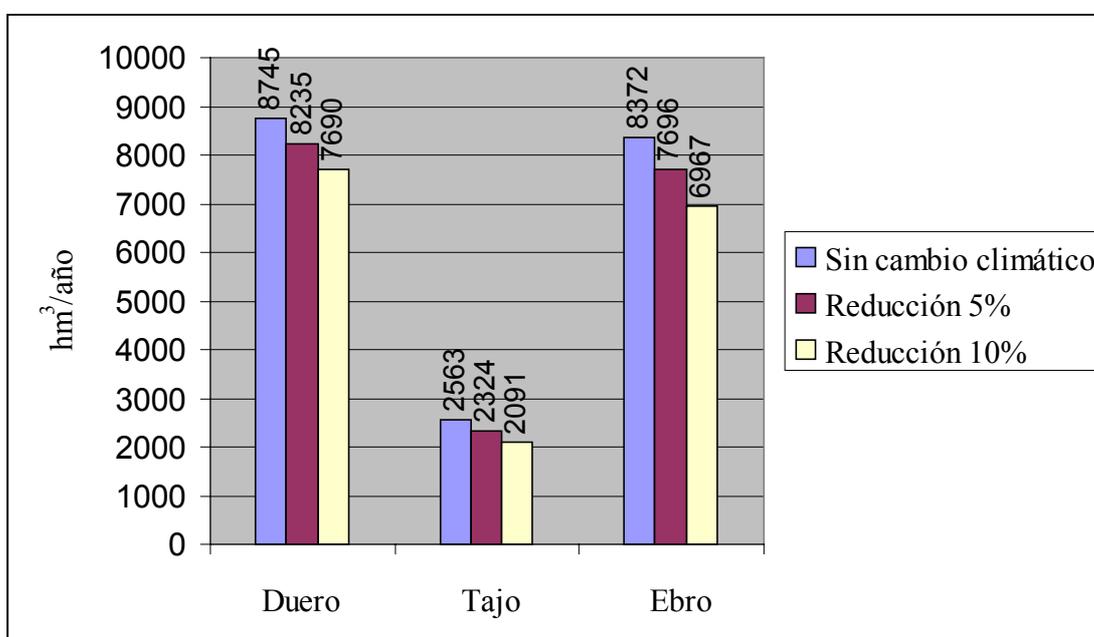


Figura 28: Se comparan los caudales medios resultantes de introducir diversas hipótesis de cambio climático. Los valores del Duero corresponden a caudales medios anuales en su tramo internacional. En el caso del Tajo se muestran las sumas de sobrantes anuales. Por último, para el Ebro se representan los caudales medios anuales en su tramo final, teniendo en cuenta la puesta en marcha de las medidas contempladas en el Plan Hidrológico Nacional.

Fuente: Plan Hidrológico Nacional.

Por otro lado, en las cuencas deficitarias se han considerado las posibilidades de ahorro y gestión de la demanda, comprobándose también la sensibilidad del sistema frente a los posibles efectos del cambio climático. Evidentemente, estas cuencas se ven más necesitadas de recursos hídricos adicionales/alternativos cuando se tiene en cuenta el eventual efecto del cambio climático.

En el caso del Segura, se concluye que si las aportaciones naturales disminuyesen entre un 6% y un 13% como consecuencia del cambio climático, los posibles ahorros totales, tanto de abastecimientos urbano-industriales como por modernizaciones y mejoras de regadío, no podrían llegar a compensar tal merma de recursos, y el sistema comenzaría a presentar fallos

y a requerir volúmenes adicionales de socorro. Con el criterio de diseño global del 5%, todos los posibles ahorros apenas podrían compensar la disminución de aportaciones, y el sistema estaría en estricto equilibrio. Ello significa que ambos efectos contrarios tienen una incidencia similar y opuesta sobre el sistema, y la resultante conjunta es sensiblemente nula, lo que permite sustentar la robustez de las determinaciones básicas anteriormente ofrecidas.

En el caso de la cuenca del Júcar se ha llevado a cabo un análisis similar al realizado para el Segura, llegándose a conclusiones parecidas. Aquí el sistema es aún más sensible, de forma que disminuciones de aportaciones del 5% no podrían compensarse mediante los programas de ahorro contemplados. Por lo tanto, ya con estas disminuciones el sistema comenzaría a presentar fallos y a requerir socorros.

En cuanto a las cuencas internas de Cataluña, si las aportaciones disminuyesen entre un 3 y un 9% como consecuencia del cambio climático, la situación empeoraría muy ligeramente sobre la actual, pero sin grandes cambios catastróficos en las garantías de suministro. Los posibles ahorros totales tanto de abastecimientos urbano-industriales como por modernizaciones y mejoras de regadío, compensarían sensiblemente tal merma de recurso, de forma que sólo a partir de reducciones de aportación del orden del 12% comenzarían a sentirse sus efectos. Sería necesario que las reducciones de aportación superasen el 20% para que el número de fallos absolutos y volúmenes de socorro se dispare hasta niveles claramente inaceptables.

## **ZONAS COSTERAS**

### **Efectos previstos en el litoral como consecuencia del cambio climático**

Se parte de la base de que una de las principales consecuencias del cambio climático, en su tendencia actual hacia el incremento de la temperatura, sería la elevación del nivel del mar debido principalmente al deshielo de los polos. En el litoral dicha elevación tendría consecuencias catastróficas a medio y largo plazo, ya que supondría la desaparición de una buena parte del mismo, con consecuencias a su vez tanto para el medio ambiente como para las personas que allí residen.

No obstante lo anterior, actualmente ya se están observando lo que podrían ser consecuencias a corto plazo. Así, es posible que los valores de elevación acumulados hasta ahora no sean los responsables directos de la erosión del litoral, pero sí puede que hayan acentuado dicho fenómeno.

Desde hace años existe un incremento de la población en la costa, que a menudo ha construido sus viviendas y otras obras auxiliares inmediatamente junto al mar. La elevación del nivel del mar supondría la inundación de dichas construcciones, o, al menos en muchos casos, su destrucción o imposible utilización.

No existe unanimidad acerca de la intensidad de dicha elevación, pero una cifra que se baraja es la de una hipotética subida del nivel del mar de 5mm al año. Con ello, una de las formaciones costeras que más se resentirían serían sin duda las playas. Una subida de 10 cm. requiere de unos 30 m<sup>3</sup> de arena por metro lineal de playa para que ésta se mantenga. Hay playas que no tienen tanta arena emergida, lo que supondría su desaparición. Este ha sido o sería el caso de alguna de las playas más emblemáticas del Mediterráneo español: Playa de Palma (Mallorca), playa de Barcelona y Playa de San Juan (Alicante), regeneradas más adelante por la Dirección General de Costas.

De los aproximadamente 9.000 Km del litoral español 3.000 son playas, es decir, costas formadas por material sedimentario (arenas, gravas o limos). Estas playas son hoy la infraestructura básica de la industria turística española y por consiguiente su mantenimiento en condiciones óptimas es un objetivo prioritario de la política costera. Actualmente un buen número de playas españolas está en regresión, lo que significa que para mantenerse requieren de una alimentación artificial de sedimento, habitualmente arena.

Evidentemente dicha alimentación artificial supone un importante coste económico, por lo que se puede afirmar claramente que el cambio climático tiene un claro efecto negativo económico en el litoral. La cantidad de arena necesaria para cada playa varía naturalmente en función de su longitud, pendiente de la playa sumergida y condiciones de oleaje pero se puede hablar de una cifra media de 3m<sup>3</sup>/ml (tres metros cúbicos de arena por metro lineal de playa) para compensar una subida de un centímetro.

Si es cierto que la velocidad actual de subida es de 5 mm/año se necesitarían 1,5 m<sup>3</sup>/año por cada metro lineal de los 3.000 Km de playas españolas y por tanto 4,5 millones de m<sup>3</sup> de arena cada año, solamente para compensar el efecto de la subida del nivel del mar. Si no se lleva a cabo esta alimentación de arena de forma periódica la playa sumergida adoptará un nuevo equilibrio erosionando esa cantidad de arena de la playa emergida y el resultado será un retroceso muy

visible de la línea de contacto arena-agua, aún con subidas muy moderadas del nivel medio del mar.

En términos generales se puede decir que no es posible mantener de forma indefinida la política de alimentación constante cuando la playa no está respaldada por un territorio suficientemente alto y estable. Si no es así la playa terminará colapsando y consecuentemente el territorio de detrás de la playa será inundado. Este hecho podrá producirse de forma súbita; por tanto si la decisión fuera mantener la playa a ultranza mediante aportación artificial e indefinida de arena sin prever actuaciones de retirada en el territorio contiguo se pueden producir muy fuertes daños económicos. Si por el contrario se planifica una retirada estratégica y se permite el retroceso paulatino de la playa los efectos económicos adversos pueden ser limitados.

Este es el caso de muchas de las playas en Levante, Baleares y Andalucía.

Algunas playas, (son las menos en número), admitirán un mantenimiento por alimentación de arena con subidas del nivel medio del mar superior a un metro.

Las consecuencias del cambio climático en la costa no sólo se sentirían en las playas. Por ejemplo, una de las posibles consecuencias de la elevación del nivel del mar es el de las filtraciones de agua salada en los acuíferos próximos a la costa. Este puede ser un problema importante en cuanto al abastecimiento de agua de poblaciones o para los riegos agrícolas en las regiones costeras. Sin embargo, no hay que olvidar que todavía hoy la principal causa de dicha salinización está en la sobreexplotación de los acuíferos.

Los efectos sobre las zonas deltaicas pueden ser también considerables. El primer efecto de la elevación del nivel del mar sería la recesión de la línea de costa por efecto del movimiento del perfil transversal. El fenómeno de recesión o retroceso de la línea de costa en un delta es cualitativamente similar al que experimentan las playas pero cuantitativamente mucho más acusado por la mayor inestabilidad del perfil. El segundo efecto de una hipotética elevación del nivel medio del mar será la inundación de las zonas más bajas.

Durante períodos de ascenso del nivel del mar relativamente rápido los deltas experimentan inundaciones y pérdidas de material aluvial. Cuando este proceso se detiene, el río comienza a rellenar de nuevo su zona aluvial, más allá de la nueva línea de orilla. Quiere esto decir que de forma natural, un delta vivo podría mantener su equilibrio a medio plazo si la elevación del nivel del mar se mantiene dentro de un margen razonable, que habría que determinar para cada caso.

Las consecuencias en los estuarios serían similares a las de los deltas, destacando los cambios hidrológicos; de salinidad; etc., con la consiguiente influencia en los ecosistemas y los individuos que los habitan. Las formaciones de marisma asociadas a estas zonas cambiarían de emplazamiento.

Siguiendo con el impacto que podrían sufrir las zonas húmedas costeras en general, hay que indicar la importancia que tendría el que cambiaran la salinidad del agua o la energía mareal y de las olas, debido a un ascenso acelerado en el nivel de los mares. Ello podría producir una redistribución sustancial de los tipos de zonas húmedas. Los humedales de aguas saladas, salobres o dulces, experimentarían pérdidas sucesivas debidas a la inundación y la erosión; otros se transformarían y adaptarían a los nuevos regímenes hidrológicos e hidráulicos, o “migrarían” hacia el interior a través de las tierras bajas adyacentes no bloqueadas por estructuras de protección.

Los ciclos biogeoquímicos sufrirían alteraciones por el anegamiento en agua salada de tierras no sumergidas durante milenios, especialmente en el caso de una gran elevación del nivel del mar. Las concentraciones de fósforo y nitrógeno aumentarían y se liberarían en el entorno marino pesticidas y sustancias tóxicas depositadas en el suelo.

La intrusión marina conllevaría una eventual dominancia de plantas altamente tolerantes a la sal (plantas halófitas). Entre los impactos ecológicos del ascenso del nivel del mar se encontrarían igualmente la interrupción de los ciclos de vida de muchas especies. Entre los organismos afectados se citan algunos de importancia económica como peces comestibles, crustáceos, moluscos, aves acuáticas y otros animales, además de especies vegetales de valor para la obtención de alimentos, madera y fibras. Algunas especies, consideradas actualmente en peligro de extinción, quedarían sometidas a importantes factores de estrés adicionales.

Por último, la pérdida de zonas húmedas costeras pondría en peligro la existencia de cantidad de industrias pesqueras dependientes de aquellas.

Las consecuencias sobre las zonas urbanizadas contiguas al mar también serán importantes. Por ejemplo, hay zonas costeras de Castellón y Valencia que se encuentran a menos de un metro sobre el nivel del mar, por lo que un ascenso de tan sólo 50 cm. puede causar problemas graves de anegamiento, de pérdida de cosechas, de funcionamiento de infraestructuras, de abastecimiento de agua, drenaje de aguas de riego, evacuación de aguas residuales, habitabilidad de muchas viviendas, etc.

El drenaje de aguas pluviales de la ciudad de Barcelona está tan estrictamente calculado que un ascenso del nivel medio del mar de 50 cm. obligaría a replantearlo por completo y probablemente a introducir métodos de drenaje por bombeo, reconstrucción del sistema o construcción de uno nuevo.

Lo mismo ocurre con una buena parte de las zonas agrícolas costeras de Valencia y Castellón, que drenan sus aguas de riego mediante bombeo hacia el mar, por lo que esta subida del nivel de 50 cm. con seguridad obligaría a replantearse los sistemas de bombeo.

Otras zonas que habitualmente no necesitan bombeo para las aguas de riego, quedan ya hoy anegadas durante mucho tiempo ante las lluvias medianamente intensas por la dificultad de drenar caudales superiores a los habituales de riego. La subida de 50 cm. en el nivel medio del mar supondría no sólo tener que introducir medio artificiales para evacuar el agua de lluvia sino también un alto riesgo de invasión eventual del mar en algunas de estas tierras, con la consiguiente pérdida de importantes zonas agrícolas de naranjos, arroz, etc. También las infraestructuras de comunicaciones pueden verse afectadas así como algunas viviendas situadas en las zonas más bajas.

Una eventual subida de un metro sin haber tomado medidas de adaptación conduciría a situaciones lógicamente mucho más dramáticas porque ciudades enteras como Barcelona, Valencia y Castellón verían muy seriamente afectada la funcionalidad de los sistemas de drenaje pluvial.

En otras zonas la lluvia provocaría largos periodos de inundación y en algunas otras se producirían invasiones del mar permanentes o casi permanentes. Todo ello acompañado de pérdidas definitivas de un considerable número de viviendas y tierras agrícolas e infraestructuras existentes.

### Medidas de adaptación al cambio climático

Se pueden destacar las siguientes:

#### **Medidas contra la erosión en la costa**

Se parte de la base de que el cambio climático y la posible subida del nivel del mar no son las únicas causas de dicho fenómeno, pero que sí son una de ellas. Por lo tanto, en este apartado hay que incluir las inversiones realizadas y por realizar desde la Dirección General de Costas en la lucha contra la erosión, que **en miles de Euros** ha sido:

- Realizado en 2000: 27,406.15
- Presupuestado 2001: 46,277.93
- Presupuestado 2002: 49,282.99

En este apartado se consideran, principalmente, las siguientes acciones:

- Expropiación de áreas críticas implicadas en procesos erosivos con el fin de permitir su libre evolución.
- Estructuras de defensa de costas, aún con una tendencia a evitar la “rigidización” de la costa, por lo que sólo se realizan en los casos imprescindibles y tras un estudio medioambiental que indique que el balance global medioambiental es positivo.
- Regeneración de playas, con los mismos criterios que en el punto anterior.
- Desmantelamiento de barreras artificiales al transporte de sedimentos.

#### **Medidas de mejora de la calidad de vida y el medio ambiente costero**

El presupuesto, en miles de Euros, es como sigue:

- Realizado en 2000: 32,875.36
- Presupuestado 2001: 60,137.27
- Presupuestado 2002: 62,451.17

Y se refiere a trabajos de recuperación ambiental de zonas del litoral degradadas tanto por factores naturales (entre ellos los efectos del cambio climático) como artificiales, pudiendo destacar:

- Recuperación de ecosistemas litorales: Principalmente playas y dunas; acantilados y humedales.
- Recuperación de la integridad física de los espacios mediante la reversión de la propiedad a titularidad pública o de las concesiones o servidumbre a que pudieran estar sometidos. Esto puede ser especialmente relevante a la hora de contemplar la recuperación de zonas que sirvieran de amortiguación natural en el caso de inundaciones. Relacionado con esto estarían las medidas de expropiaciones progresivas y reubicación de lo expropiado para la recuperación, muchas veces espontánea, de antiguas zonas naturales.

#### **Gestión integral de la costa**

Tal y como se señala en las Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes, en lo referente a políticas públicas con incidencia en los objetivos propios de la

lucha contra el cambio climático y en la adaptación a este, la Gestión Integral de Zonas Costeras es una medida muy importante a tener en cuenta.

Dada la importancia ecológica y socioeconómica de las zonas costeras europeas y de la problemática actualmente existente en ellas, que adquiere una dimensión no sólo local, regional o estatal, sino también transnacional, la Unión Europea ha llevado a cabo en los últimos años numerosos trabajos y proyectos dirigidos a formular una Estrategia Comunitaria de Gestión Integrada de Zonas Costeras, con la finalidad de establecer los objetivos y las prioridades de desarrollo para estas zonas y los principios de actuación en que debe basarse. La futura Estrategia Comunitaria de Gestión Integrada de Zonas Costeras (ICZM) se propone avanzar en el cumplimiento de los objetivos del Tratado de la Unión Europea en materia de desarrollo sostenible y de integración del medio ambiente en todas las demás políticas comunitarias aplicadas en las zonas costeras, significativas e importantes desde el punto de vista estratégico.

En este sentido, se han publicado los siguientes documentos: “Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre la gestión integrada de las zonas costeras” (COM (2000) 547 final) y la “Propuesta de Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la aplicación de la gestión integrada en las zonas costeras en Europa” (COM (2000) 545 final), y durante el periodo 1997-1999 se ha llevado a cabo el Programa de Demostración sobre gestión integrada de zonas costeras.

El Gobierno español, que asumirá la Presidencia de la Unión Europea durante el primer semestre del año 2002, ha considerado del máximo interés impulsar este proceso, para lo cual ha decidido, a través de la Dirección General de Costas, elaborar y presentar en el ámbito comunitario un Documento de trabajo que aporte un planteamiento metodológico y global para la gestión de las zonas costeras, a la vez que constituya una herramienta base para avanzar en el desarrollo y aplicación de la Estrategia Comunitaria de Gestión Integrada de Zonas Costeras.

Por parte de la D.G. de Costas hay que añadir el que ya se han iniciado los trabajos que conducirán a la consecución de la finalidad propuesta, y que básicamente tienen los siguientes objetivos:

1. Disponer de un informe por cada Estado miembro de la Unión Europea con zonas costeras en los que se recoja toda la información relevante sobre el estado en que se hallan sus costas, los instrumentos de gestión utilizados y las Administraciones que intervienen.
2. Identificar los aspectos clave de las diferentes políticas sectoriales de la Unión Europea que inciden tanto en la situación como en la gestión de las zonas costeras, conocer el estado de integración de la dimensión medioambiental en dichas políticas y evaluar la eficacia de los distintos instrumentos, existentes o previstos, para mejorar la gestión ambiental de las zonas costeras.
3. Elaborar un documento de debate que defina las prioridades de actuación y los objetivos a corto y medio plazo en materia de gestión de zonas costeras y que presente distintas alternativas de cómo se puede articular la futura Estrategia comunitaria ICZM.
4. Organizar jornadas de nivel europeo para debatir y presentar los resultados.

Todos estos objetivos servirán también para cumplir con otro de los cometidos que tiene nuestro país, ya que en el documento citado anteriormente: “Propuesta de Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la aplicación de la gestión integrada en las zonas costeras en Europa”, se hace también un llamamiento a los Estados Miembros para desarrollar

las Estrategias Nacionales de ICZM, empezando por la realización de un inventario que incluya quién y cómo se gestionan las zonas costeras en cada país.

Así, la Estrategia Española de Gestión Integrada de la Costa implicará:

- Coordinación de las políticas sectoriales en zonas costeras
- Desarrollo de sistemas de coordinación entre las distintas administraciones
- Consideración de las relaciones entre las zonas costeras y las zonas interiores adyacentes
- Inclusión de la gestión de las aguas costeras en la gestión integrada

En este sentido, la Dirección General de Costas, como garante de la protección del dominio público marítimo-terrestre, desempeñará a su vez un papel primordial en el desarrollo de dicha estrategia nacional, ya que puede y debe aportar una visión global de la costa y sus problemas, que a menudo son considerados muy parcialmente por el resto de los agentes implicados.

La gestión integrada de las zonas costeras requiere un enfoque global de doble vertiente: integración territorial e integración de políticas sectoriales. La consideración de las zonas costeras como unidades territoriales no coincidentes en general con las unidades administrativas conlleva que la definición inicial de las zonas geográficas que van a constituir las unidades de gestión, se establezca en los niveles administrativos más altos (comunitario y nacional). Posteriormente, éstas pueden ser matizadas y/o subdivididas en unidades más concretas de gestión a escala local y regional. La especificidad de la problemática de las diferentes zonas costeras puede en algún caso conducir a la definición de zonas geográficas en función de criterios administrativos y de gestión en el ámbito local y regional, pero no debe estar en contradicción con una visión territorial global (unidades fisiográficas, mares regionales, zonas remotas, etc.). En este sentido, resulta esencial el papel de los agentes nacionales responsables de la gestión y protección de la costa como garantes de un desarrollo sostenible de las zonas costeras mediante la gestión del dominio público marítimo terrestre y la preservación de las condiciones ambientales de la costa.

La estrategia nacional de GIZC deberá ser el marco en el que se definieran los diferentes planes de actuaciones en las zonas costeras, que abarcaran las actuaciones de todos los sectores en una zona concreta del territorio, para los que sería necesario además definir y llevar a la práctica una evaluación ambiental estratégica (SEA).

Los resultados que se obtengan de la aplicación de la GIZC pueden alcanzar gran repercusión, ya que los principios generales de gestión pueden ser aplicados a cualquier otra parte del territorio. Desde este punto de vista, puede considerarse la GIZC como una experiencia piloto en lo que se refiere a la gestión integrada del territorio (ordenación del territorio y desarrollo sostenible).

### *Investigaciones científicas en materia de evaluación de la vulnerabilidad y medidas de adaptación*

Si bien no es el único trabajo relacionado con el tema que ha sido impulsado por la Dirección General de Costas, habría que destacar un estudio que ha tenido lugar entre los años 1995 y 2001, con un presupuesto global cercano a los 300 millones de pesetas.

Dicho estudio ha conducido al desarrollo del “ Modelo de Ayuda a la Gestión del Litoral” y consta de muchas partes, de las cuales una de ellas es el “Atlas de Inundación del Litoral”.

Dicho Atlas incluye la determinación mediante modelización de las cotas de inundación del litoral peninsular español y son muy útiles a la hora de prever los efectos de la subida del nivel del mar.

## **MONTES, BOSQUES Y AGRICULTURA**

### **Impactos del cambio climático**

Las observaciones sistemáticas de los bosques españoles han puesto de manifiesto que:

- Se detectan procesos de decaimiento asociados a eventos climáticos extremos (pérdida de vitalidad de especies como el abeto, o de las quercíneas). En el caso de la encina se producen fenómenos específicos como “la seca” (mortandades anormales en las poblaciones de esta especie).
- Especies vegetales que con anterioridad se encontraban en el óptimo de su área de distribución ha pasado a situaciones límite; otras con una mayor elasticidad ecológica están pasando a ser dominantes e incluso desplazar a otras especies.
- Se han observado cambios en el comportamiento de algunas plagas y enfermedades, que ha pasado de tener poblaciones con niveles de equilibrio o bajos (no letales) a causar daños de cierta envergadura.
- Existen alteraciones en los comportamientos fenológicos y comportamientos fenológicos poco usuales (por ejemplo elongación de los periodos vegetativos en algunas especies, o brotaciones extemporáneas).
- Los problemas derivados del aumento de la desertificación y la alta recurrencia de incendios coincidentes con eventos climáticos singulares, resultan en pérdidas de suelo irreversibles que hacen imposible la vuelta de la vegetación original (entrando en procesos de “feed back” negativo). O bien en el caso de áreas con vegetación relictas, al desaparecer ésta como consecuencia de situaciones climáticas extremas y/o incendios, pueden llegar a desaparecer las condiciones microclimáticas propiciadas por la misma vegetación existente, y se hace imposible su reinstalación y/o recolonización.
- El aumento de combustible disponible que se produce por una mayor mortandad (en muchos casos por eventos climáticos extremos, por ejemplo sequías, o por un mayor impacto de plagas y enfermedades) o la disminución del potencial/contenido hídrico en los individuos, tiene como consecuencia que se incremente el potencial combustible, con la consecuencia del previsible aumento de los incendios forestales.

En cuanto a los posibles impactos del cambio climático en la agricultura española, podemos citar los siguientes:

- Disminución progresiva de la disponibilidad de recursos hídricos en ciertas áreas donde las prácticas de agricultura intensiva son de gran importancia actualmente.
- Pérdidas impredecibles por los efectos de ciertos eventos climáticos extremos, que pueden aumentar su frecuencia en algunas zonas de alta productividad agrícola (Heladas, granizo, lluvias torrenciales, vendavales, etc.).
- Anomalías fenológicas, como es el caso de prolongaciones de los periodos vegetativos en ciertas especies, reajustes que pueden incidir negativamente en la producción de los cultivos o en la incidencia de plagas y enfermedades.
- Se sabe que algunas plagas y enfermedades pueden cambiar en un futuro próximo sus áreas de distribución, afectando a zonas donde antes eran desconocidas con efectos imprevisibles.

Es factible que todos los efectos que se acaban de enumerar, tanto en nuestros bosques como en la agricultura, se acentúen en el futuro. Además pueden producirse otros impactos adversos, de los cuales aunque no existen observaciones precisas en la actualidad pueden estar produciéndose ya. Tal es el caso de pérdidas en la biodiversidad a diferentes niveles: disminución de especies y empobrecimiento de los genotipos, o procesos de erosión genética que pueden conducir a largo plazo a una pérdida de la capacidad de adaptación de las especies.

### Medidas de adaptación

En lo que respecta a la gestión forestal, cabe mencionar las siguientes:

1. Favorecer la reforestación y forestación de terrenos degradados, aun en suelos poco fértiles. En este caso, el secuestro de carbono iría unido a otros efectos beneficiosos - control de erosión y desertificación, control de arroyadas y en general del ciclo del agua. Los pobres resultados obtenidos hasta el momento sugieren un particular esfuerzo de I+D en la reforestación en clima semiárido que presenta una gran dificultad técnica.
2. Favorecer la diversidad biológica. Las repoblaciones monoespecíficas deben dar paso a formaciones pluriespecíficas que confieran al ecosistema mayor calidad biológica y resistencia y resiliencia respecto a las perturbaciones (fuego, plagas etc.). En esta área se requiere I+D específico para mejorar la diversificación de especies a utilizar en los proyectos de restauración forestal, incluyendo especies arbustivas e incluso herbáceas: biología y autoecología de las especies de interés, técnicas de cultivo y de implantación. Un punto de especial interés es la contribución de las diferentes especies a la fertilidad del suelo (que comporta aumento de la producción) y a la generación de materia orgánica estable en el suelo.
3. Desarrollo de modelos predictivos para orientar la planificación de los programas de restauración forestal basándose en los factores que controlan la capacidad de secuestro de carbono en el suelo, en el marco de una política de reforestación de montes degradados o forestación de cultivos abandonados.

4. Desarrollo de una silvicultura mediterránea específica, adaptada a los condicionantes climáticos y biológicos de los montes (no exclusivamente de los bosques), así como a su régimen de perturbaciones, en el marco de un uso multifuncional y sostenible del monte en armonía con la tradición cultural de los países mediterráneos. La fijación del carbono debe ser considerada como uno de los servicios que proporciona el monte.
5. Profundizar el desarrollo de criterios de prevención de incendios en el marco de la silvicultura mediterránea. Gestión de la vegetación, incluyendo las repoblaciones, de manera que se mejore la resistencia y resiliencia al fuego, tomando en cuenta la selección de las especies más apropiadas y el diseño de la distribución espacial de la vegetación en relación con la propagación de los incendios. La disminución de la extensión e intensidad de los incendios debe contribuir substancialmente a mejorar el balance de carbono.
6. Un aumento de la productividad del bosque equivale a un aumento del secuestro de carbono. Favorecer las medidas de gestión para forzar la productividad de los montes en general, y del bosque mediterráneo en particular. Por ejemplo el riego con aguas residuales, aplicación de biosólidos, tratamientos silvícolas específicos para ecosistemas mediterráneos.
7. Favorecer la acumulación de carbono en fracciones orgánicas más estables. Estudios recientes indican que el aumento de la producción vegetal esperable como consecuencia de la mayor riqueza en CO<sub>2</sub> atmosférico podría no resultar en un aumento apreciable del secuestro del carbono, porque revierte en fracciones muy lábiles (raíces finas, exudados radiculares). Deben investigarse y ensayarse medidas de gestión tendentes a favorecer que una mayor fracción del carbono fijado se acumule en la madera y en las fracciones estables del suelo, en los cuales podría quedar estabilizado durante siglos.
8. Evitar la desaparición de áreas específicas de acumulación de carbono como turberas y humedales. Si bien no ocupan una fracción importante de la superficie del territorio, son áreas en que se suele acumular gran cantidad de carbono, y que deberían ser objeto de protección.

Otras medidas de adaptación, aplicables específicamente al sector agrícola, son:

- Búsqueda o selección de variedades más resistentes o robustas frente a los eventos climáticos extremos, así como a la menor disponibilidad hídrica que se prevé para el futuro en algunas áreas potencialmente más sensibles al cambio climático.
- Promover las técnicas de agricultura biológica en el sentido amplio: laboreo de conservación, laboreo mínimo, utilización de fertilizantes orgánicos, reciclado de residuos. Todas estas técnicas revierten en conservación del suelo (y del carbono asociado), en el aumento del carbono edáfico y en la disminución del uso de combustibles fósiles (menor utilización de maquinaria o de fertilizantes inorgánicos de síntesis industrial).



## RECURSOS FINANCIEROS Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

### CONTRIBUCIONES FINANCIERAS AL FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL (FMAM)

Las aportaciones a la fase piloto del FMAM se terminaron de pagar en 1997. La aportación fue de 10 millones de Derechos Especiales de Giro (DEGs) y se pagaron en cuatro plazos a partir de 1994. En 1994 se compromete al FMAM reestructurado o GEF-1, 12,36 millones de DEGs ó 2.180,1 millones de pesetas, que se pagan casi en su totalidad en 1997 (de 2.180,1 millones de pesetas sólo un plazo se hizo efectivo en el año 1998 por valor de 545.025.000 pesetas).

Tabla 20: Contribuciones financieras al FMAM

	Contribuciones (en pesetas)			
	1997	1998	1999	2000
FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL	2.180.100.000			2.463.660.000

En 1999 en el GEF-2, 12,03 millones de DEGs ó 14.806.894,8 EUROS. Aunque el pago con pagarés se ha realizado en el año 2000, el pago efectivo está pendiente de un calendario a diez años acordado entre el FMAM y el Estado Español. No obstante, a efectos de los pagos se consideran realizados en el momento en que se envían los pagares. El cuadro quedaría como se muestra en la tabla previa. La información se completa con el calendario de pagos en efectivo del GEF-2.

Tabla 21: Calendario de pagos en el GEF-2

PROJECTED ENCASHMENTS OF GEF-2 CONTRIBUTIONS SPAIN in Calendar Years (in EURs)		
	GEF-2	% Called
<b>Total Contribution</b>	<b>14.806.894,81</b>	
CY00 Total:	444.206,84	3,00%
CY01 Total:	1.184.600,97	8,00%
CY02 Total:	1.629.000,00	11,00%
CY03 Total:	1.777.000,00	12,00%
CY04 Total:	1.777.000,00	12,00%
CY05 Total:	1.777.000,00	12,00%
CY06 Total:	1.777.000,00	12,00%
CY07 Total:	1.629.000,00	11,00%
CY08 Total:	1.333.000,00	9,00%
CY09 Total:	1.036.000,00	7,00%
CY10 Total:	443.087,00	2,99%

## **CONTRIBUCIONES FINANCIERAS A INSTITUCIONES Y PROGRAMAS MULTILATERALES**

En este cuadro se incluyen las contribuciones globales a instituciones multilaterales dado que resulta imposible realizar un desglose en el que se indique qué parte se ha dedicado a aportaciones nuevas y adicionales relacionadas con el cambio climático.

Tabla 22: Contribuciones multilaterales

INSTITUCIONES MULTILATERALES	Contribuciones (en euros)			
	1.997	1.998	1.999	2.000
<b>1. Banco Mundial</b>				
Contribución a la ampliación selectiva de capital del BM				3.351.606
Reposición del Fondo Fiduciario de Consultoría (BM)	2.770.473	3.648.744	2.812.148	
Reposición del Fondo Fiduciario de Consultoría del Instituto de Desarrollo Económico (BM)		872.069		
Desembolso parcial suscripción de capital de la MIGA (BM)				1.875.501
Contribuciones a la VIII, IX, X, XI, Y XII reposiciones de recursos de la AID	36.203.244	45.397.449	33.236.330	33.152.920
Contribución especial Post-Mitch BM			906.043	
Contribución al F Emergencia de Centroamérica BM			27.448.653	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>38.973.717</b>	<b>49.918.262</b>	<b>64.403.175</b>	<b>38.380.027</b>
<b>2. Corporación Financiera Internacional</b>				
Reposición del Fondo Fiduciario de Consultoría de la CFI		852.836		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0</b>	<b>852.836</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>3. Banco Africano de Desarrollo</b>				
Contribución a la V y VI reposición del FAfD	9.107.086	11.571.887	11.076.955	5.395.936
Fondo de Consultoría BafD	907.333			
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10.014.419</b>	<b>11.571.887</b>	<b>11.076.955</b>	<b>5.395.936</b>
<b>4. Banco Asiático de Desarrollo</b>				
Contribución a la IV ampliación de capital del BASD	101.474	106.379	108.931	182.454
IV, V, VI, VII Reposiciones Fondo Asiático Desarrollo	7.726.966	11.810.489		
<b>SUBTOTAL</b>	<b>7.828.440</b>	<b>11.916.868</b>	<b>108.931</b>	<b>182.454</b>
<b>5. Banco Europeo de Reconstrucción y Fomento</b>				
Última rendición de pagarés//				
Ampliación de capital del BERD	3.371.678		11.092.500	6.120.000
Fondo de Consultoría		1.848.713		
Fondo de Sarcófago de Chernobyl (BERD)				
BERD -Contribución al F. Emergencia de Ucrania			1.960.404	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3.371.678</b>	<b>1.848.713</b>	<b>13.052.904</b>	<b>6.120.000</b>
<b>6. Banco Interamericano de Desarrollo</b>				
VIII Aumento de capital del BID			8.864.157	9.226.619
Contribución a la VI, VII y VIII reposición del Fondo de Operaciones				
Especiales (BID)	3.876.287	3.876.528	6.764.739	7.214.157
Reposición del Fondo Fiduciario de Consultoría (BID)	876.564	1.857.127	2.812.148	
BID -Contribución especial Post-Mitch			867.378	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4.752.851</b>	<b>5.733.655</b>	<b>19.308.423</b>	<b>16.440.776</b>
<b>10. Otros</b>				
Proyecto Clima Iberoamericano	100.116			
Contribución al Fondo Fiduciario del ESAF (FMI)	17.913.767	18.975.154	8.467.659	7.937.797
<b>SUBTOTAL</b>	<b>18.013.882</b>	<b>18.975.154</b>	<b>8.467.659</b>	<b>7.937.797</b>

**CONTRIBUCIONES FINANCIERAS BILATERALES Y REGIONALES**

La información que se presenta en este apartado no es exhaustiva. Lamentablemente no se dispone de un inventario sistematizado que registre los proyectos de cooperación al desarrollo de forma que pudiera establecerse una relación completa de la cantidad de recursos y número de proyectos cuya finalidad fuera expresamente contribuir al cumplimiento de la Convención Marco sobre Cambio Climático.

La información que se aporta pertenece a las dos áreas geográficas principales en las que se concentra nuestra cooperación al desarrollo: Iberoamérica y el área mediterránea (en sentido amplio). Los datos de Iberoamérica proceden de los presupuestos anuales que desde 1998 ha venido aprobando el Comité Rector Institucional. Las cifras para los países del área mediterránea proceden del análisis que se realizó para la preparación del Programa AZAHAR.

En el caso del programa ARAUCARIA, las realizaciones del programa guardan mayor afinidad con el Convenio sobre Diversidad Biológica. No obstante, de forma indirecta pueden considerarse los esfuerzos inversores realizados en esta materia como contribuciones al CMNUCC.

Los datos que se refieren a los países del área mediterránea son mucho más consistentes con los fines de la CMNUCC. Casi en su totalidad, los proyectos y los recursos destinados a esta zona geográfica podrían considerarse como contribuciones directas a la consecución de los objetivos del CMNUCC.

Tabla 23: Contribuciones financieras bilaterales y regionales en 1998 (En pesetas)

PAIS/ REGION RECEPTOR	MITIGACION					ADAPTACION			TOTAL FONDOS POR PROGRAMAS	
	ENERGIA	TRANSPORTE	SILVICULTURA	AGRICULTURA	GESTION DE RESIDUOS	INDUSTRIA	CREACION CAPACIDAD	ZONAS COSTERAS		OTROS ESTUDIOS VULNERABILIDAD
IBEROAMERICA-ARAUCARIA			136.144.000	136.144.000			85.090.000			340.360.000
MARRUECOS										464.767.000
TUNEZ										231.091.000
MAURITANIA										122.685.000
TERRITORIOS PALESTINOS										135.003.000
POBLACION SAHARUI										36.415.000
BOSNIA- HERZEGOVINA										
LIBANO										41.791.000
EGIPTO										3.500.000
ARGELIA										20.456.000
ALBANIA										
SIRIA										
AREA MEDITERRANEA/ DISTRIBUCION POR ITEM	48.562.568	0	105.570.800	471.901.476	218.531.556	137.242.040	73.899.560	0	0	1.055.708.000

Tabla 24: Contribuciones financieras bilaterales y regionales en 1999 (En pesetas)

PAIS/ REGION RECEPTOR	MITIGACION					ADAPTACION			TOTAL FONDOS POR PROGRAMAS	
	ENERGIA	TRANSPORTE	SILVICULTURA	AGRICULTURA	GESTION DE RESIDUOS	INDUSTRIA	CREACION CAPACIDAD	ZONAS COSTERAS		OTROS ESTUDIOS VULNERABILIDAD
IBEROAMERICA-ARAUCARIA			439.044.000	439.044.000			274.402.500			1.097.610.000
MARRUECOS										218.640.000
TUNEZ										135.681.000
MAURITANIA										137.254.000
TERRITORIOS PALESTINOS										159.000.000
POBLACION SAHARUI										99.587.000
BOSNIA- HERZEGOVINA										159.132.000
LIBANO										93.418.000
EGIPTO										50.000.000
ARGELIA										12.722.000
ALBANIA										43.067.000
SIRIA										6.900.000
AREA MEDITERRANEA/ DISTRIBUCION POR ITEM	51.308.446	0	111.540.100	498.584.247	230.888.007	145.002.130	78.078.070	0	0	1.115.401.000

Tabla 25: Contribuciones financieras bilaterales y regionales en 2000 (En pesetas)

PAIS/ REGION RECEPTOR	MITIGACION					ADAPTACION			TOTAL FONDOS POR PROGRAMAS	
	ENERGIA	TRANSPORTE	SILVICULTURA	AGRICULTURA	GESTION DE RESIDUOS	INDUSTRIA	CREACION CAPACIDAD	ZONAS COSTERAS		OTROS ESTUDIOS VULNERABILIDAD
IBEROAMERICA-ARAUCARIA			439,044,000	439,044,000	439,044,000		274,402,500			1,097,610,000
MARRUECOS										218,640,000
TUNEZ										135,681,000
MAURITANIA										137,254,000
TERRITORIOS PALESTINOS										159,000,000
POBLACION SAHARUI										99,587,000
BOSNIA- HERZEGOVINA										159,132,000
LIBANO										93,418,000
EGIPTO										50,000,000
ARGELIA										12,722,000
ALBANIA										43,067,000
SIRIA										6,900,000
AREA MEDITERRANEA/ DISTRIBUCION POR ITEM	51,308,446	0	111,540,100	498,584,247	230,888,007	145,002,130	78,078,070	0	0	1,115,401,000

## LISTADO DE CREDITOS FAD

Como complemento a la información recogida en los cuadros anteriores, a continuación se apuntan los créditos del *Fondo de Ayuda al Desarrollo* con incidencia directa o indirecta en la mitigación del cambio climático y/o en la adaptación a sus efectos.

Tabla 26: Listado de créditos FAD.

PAIS	OPERACIÓN	SECTOR	IMPORTE (millones)	MO- NEDA	TIPO CAMBIO	IMPORTE PTAS (millones)	AMORTI- ZACION	INTE- RES	APROB. C. I.	APROB. C. M.	CONV. CREDITO	FECHA IMPUT.	IMPU- TACION
MEJICO	CONTROL CONTAM. TOLUCA	MEDIOAMBIEN	1,834	\$	102,12	187,288	30(10)	1,25	13/05/1992	02/10/1992	26/11/1992	12/02/1993	TOTAL
MEJICO	DEPUR. AGUAS LA PAZ	MEDIOAMBIEN	21,010	\$	102,12	2,145,541	30(10)	1,25	04/11/1992	23/12/1992			CANCE
CHINA	DOS DEPURADORAS XIAMEN	MEDIOAMBIEN	257,500	PTAS	1,00	257,500	21(10)	2,50	29/04/1993	28/05/1993	05/10/1989	02/02/1994	TOTAL
CHINA	PL AGUA POTABLE ZHANGZHOU	MEDIOAMBIEN	259,000	PTAS	1,00	259,000	21(10)	2,50	29/04/1993	21/05/1993	05/10/1989	01/02/1994	TOTAL
HONDURAS	12 PLANTAS POTABILIZADORAS	MEDIOAMBIEN	13,850	\$	120,53	1,780,140	20(5)	2,70	21/07/1994	16/09/1994	19/01/1995	25/04/1995	TOTAL
PAQUISTAN	EQ. CONTRAINCENDIOS L. ALCANTAR.	MEDIOAMBIEN	10,393	\$	122,37	1,271,791	30(10)	1,25	04/05/1995	02/06/1995	03/10/1995	01/12/1995	TOTAL
CHINA	P. TRA. AGUA POTABLE PUDONG	MEDIOAMBIEN	12,487	\$	119,68	1,494,444	30(10)	1,50	18/07/1995	04/08/1995	08/03/1996	03/04/1996	TOTAL
PAQUISTAN	EQUIPOS TRA. RESIDUOS URBANOS	MEDIOAMBIEN	7,080	\$	123,59	875,010	30(10)	1,25	27/10/1995	01/12/1995	20/02/1996	21/03/1996	TOTAL
CHINA	PLANTA AGUA POTABLE RUIJAN	MEDIOAMBIEN	2,397	\$	120,74	308,589	30(10)	1,50	25/09/1996	11/10/1996	14/02/1997	07/03/1997	TOTAL
CHINA	PLANTA AGUAS RESID LONGYAN	MEDIOAMBIEN	2,415	\$	150,60	363,699	30(10)	1,00	17/12/1997	26/12/1997	26/06/1998	06/08/1998	TOTAL
CHINA	P. TRAT. AGUA POTAB. CHENGBEI	MEDIOAMBIEN	3,520	\$	140,56	494,771	30(10)	1,00	29/09/1998	30/10/1998	25/01/1999	08/03/1999	TOTAL
HONDURAS	S. INT. AGUA POTABLE (AMPLIACION)	MEDIOAMBIEN	0,285	\$	141,37	40,290	30(10)	0,80	28/10/1998	18/12/1998	15/04/1999	24/08/1999	TOTAL
CHINA	PLANTA AGUA POTABLE XINING	MEDIOAMBIEN	2,500	\$	145,05	362,623	30(10)	0,80	26/10/1998	27/11/1998	29/04/1999	06/08/1999	TOTAL
EL SALVADOR	MEJORAS PLANTA TRA. RIO LEMPA	MEDIOAMBIEN	14,995	\$	146,15	2,191,519	30(10)	1,00	22/12/1998	05/02/1999	17/05/1999	07/07/1999	TOTAL
CHINA	P. TRAT. AGUA POTABLE QINGPU	MEDIOAMBIEN	336,738	PTAS	1,00	336,738	30(10)	1,35	21/06/1999	08/10/1999	17/04/2000	24/07/2000	TOTAL
GHANA	REHAB. RED AGUA AKWABIM RIDGE	MEDIOAMBIEN	4,999	\$	156,13	780,574	30(10)	0,75	21/06/1999	08/10/1999	07/04/2000	11/05/2000	TOTAL

Tabla 27: Listado de créditos FAD (Continuación).

PAIS	OPERACION	SECTOR	IMPORTE (millones)	MO- NEDA	TIPO CAMBIO	IMPORTE PTAS (millones)	AMORTI- ZACION	INTE- RES	APROB. C. I.	APROB. C. M.	CONV. CREDITO	FECHA IMPUT.	IMPLI- TACION
REPUBLICA DOMINICANA	ABAST. AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	MEDIOAMBIEN	2,098	\$	156,13	327,625	30(10)	3,70	21/06/1999	08/10/1999	05/06/2000	12/09/2000	TOTAL
CHINA	P. INCINERADORAS SOLIDOS URB. SHANGHAI	MEDIOAMBIEN	16,050	\$	161,41	2.590,630	30(10)	1,00	23/07/1999	12/11/1999	28/06/2000	12/09/2000	TOTAL
CHINA	P. DEF. AGUAS RESID. FAIXING	MEDIOAMBIEN	2,380	\$	164,05	390,510	30(10)	1,00	29/10/1999	23/12/1999	29/03/2000	21/06/2000	TOTAL
ECUADOR	ABAST. AGUA POTABLE LOJA	MEDIOAMBIEN	36,442	\$	164,05	5.486,094	16(5)	2,00	26/11/1999	23/12/1999	20/07/2000	20/09/2000	TOTAL
VIETNAM	P. RESIDUOS SOLIDOS URBANOS CAU DIEN	MEDIOAMBIEN	3,950	\$	175,32	692,553	15(5)	1,00	03/03/2000	09/06/2000	11/09/2000	31/10/2000	TOTAL
CHINA	P. TRAT. AGUAS RESIDUALES EN BENGBU	MEDIOAMBIEN	2,380	\$	185,20	440,766	30(10)	0,80	16/10/2000	15/12/2000			
TURQUIA	P. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES EN FOCA	MEDIOAMBIEN	5,354	EURO	166,39	890,863	35(14)	0,30	31/10/2000	22/12/2000			
UZBEKISTAN	P. TRATAMIENTO AGUA POTABLE EN BOKHARA	MEDIOAMBIEN	8,087	EURO	166,39	1.345,646	31(10)	0,30	31/10/2000				
CHINA	P. DEPURADORA AGUAS RESIDUALES FUYANG	MEDIOAMBIEN	2,499	\$	181,92	454,575	30(10)	0,80	12/12/2000	22/12/2000			
KAZAJSTAN	MODERNIZACION ELIMINACION RSU ASTANA	MEDIOAMBIEN	19,660	\$	189,65	3.728.519	28(8)	2,50	28/03/2001	11/05/2001			
PERU	CENTRAL HIDROELECTRICA	ELECTRICO	381,100	PTAS	1,00	381,100	20(5)	5,50	26/10/1982	12/11/1982	13/10/1983		TOTAL
MEXICO	C. HIDRAULICA ZIMAPAN	ELECTRICO	37,782	\$	104,10	3.933,106	30(10)	1,25	07/10/1991	13/12/1991	24/12/1991		TOTAL
HONDURAS	MICROCENTRALES HIDROELECT.	ELECTRICO	5,250	\$	102,12	536,130	100(1)	0,25	30/07/1992	30/10/1992	04/12/1992		TOTAL
ARGENTINA	MODERN. CENTRAL HIDRAULICA	ELECTRICO	24,105	\$	115,65	2.787,743	30(10)	1,25	22/03/1993	07/05/1993			
ECUADOR	ELEC. FOTOVOLTAICA (I GALAPAGOS)	ELECTRICO	11,529	\$	133,38	1.537,738	30(10)	1,25	12/12/1994	23/12/1994			CANCE
GHANA	ELECT. FOTOVOL. RURAL	ELECTRICO	2,515	\$	148,86	374,383	30(10)	1,00	23/07/1997	17/10/1997	23/12/1997	30/12/1997	TOTAL

Tabla 28: Listado de créditos FAD (Continuación).

PAIS	OPERACION	SECTOR	IMPORTE (millones)	MO- NEDA	TIPO CAMBIO	IMPORTE PTAS (millones)	AMORTI- ZACION	INTE- RES	APROB. C. I.	APROB. C. M.	CONV. CREDITO	FECHA IMPUT.	IMPLI- TACION
BURKINA FASO	CENTROS POLIVALENTES E. SOLAR	ELECTRICO	59,500	FF	2,5,31	1,505,945	18(6)	1,00	17/12/1997	26/12/1997	07/04/1998	27/10/1998	TOTAL
CHINA	EQ. ENERGIA EOLICA YINGKOU	ELECTRICO	4,422	\$	150,60	665,966	19(5)	1,50	17/12/1997	26/12/1997	30/10/1998	02/02/1999	TOTAL
CHINA	EQ. ENERGIA EOLICA TONGYU	ELECTRICO	5,345	\$	150,60	804,922	19(5)	1,50	17/12/1997	26/12/1997	18/08/1998	13/01/1999	TOTAL
BOLIVIA	ELEC. FOTOV. AREA OROUO	ELECTRICO	0,205	\$	151,67	31,092	30(10)	1,00	31/03/1998	29/05/1998	19/11/1998	08/04/1999	TOTAL
BOLIVIA	ELEC. FOTOV. AREA POTOSI	ELECTRICO	0,954	\$	151,67	144,659	30(10)	0,80	31/03/1998	29/05/1998	23/09/1998	26/01/1999	TOTAL
COSTA DE MARI	EQUIP. FOTOV. CENTROS SOCIALES	ELECTRICO	23,926	FF	2,5,38	607,167	30(11)	0,50	01/06/1998	30/10/1998			
CHINA	PARQUE EOLICO DONGSHAN	ELECTRICO	2,040	\$	140,56	286,742	30(10)	1,00	10/07/1998	30/10/1998	29/04/1999	06/08/1999	TOTAL
CHINA	PARQUE EOLICO PINGTAN	ELECTRICO	2,040	\$	140,56	286,742	30(10)	1,00	14/07/1998	30/10/1998	29/04/1999	06/08/1999	TOTAL
CHINA	GENERADORES EOLICOS PARA GANSU	ELECTRICO	2,402	\$	141,31	339,427	30(10)	0,80	29/09/1998	06/11/1998	12/08/1999	28/07/2000	TOTAL
TUNEZ	CENTRAL EOLICA SIS DAOUID	ELECTRICO	570,147	PTAS	1,00	570,147	25(10)	1,00	29/09/1998	30/10/1998	24/03/1999	22/06/1999	TOTAL
TUNEZ	2.500 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	ELECTRICO	0,964	\$	156,13	150,483	30(10)	1,00	21/06/1999	08/10/1999	18/04/2000	17/11/2000	TOTAL
CHINA	PARQUE EOLICO XILING (MONG. INT)	ELECTRICO	1,801	\$	159,17	286,735	30(10)	1,00	21/06/1999	29/10/1999	14/04/2000	21/06/2000	TOTAL
CHINA	16 AEROGENERADORES NANAO	ELECTRICO	4,269	\$	161,41	689,138	30(10)	1,00	23/07/1999	12/11/1999	13/12/1999		
HONDURAS	RECONST. HIDROELECT. NACAOME	ELECTRICO	19,131	\$	156,13	2,986,993	35(14)		23/07/1999	08/10/1999	30/11/1999	20/06/2000	TOTAL
BOLIVIA	ELEC. FOTOV. ESCUELAS RURALES	ELECTRICO	2,795	\$	173,08	483,845	30(11)	0,50	26/11/1999	10/03/2000	03/07/2000	20/11/2000	
CHINA	EQ. ENERGIA EOLICA XINJIANG	ELECTRICO	2,415	\$	160,00	386,400	30(10)	1,00	31/03/2000				



## INVESTIGACION Y OBSERVACION SISTEMATICA

### INVESTIGACIÓN

La información que se recoge en este apartado se ha estructurado en tres subapartados: i) Investigación sobre el Cambio Climático en el Instituto Nacional de Meteorología; ii) Plan Nacional de I+D sobre el Clima; y iii) Participación Española en proyectos de investigación financiados en el marco de la Unión Europea. En algunos casos puede producirse un cierto solapamiento entre el contenido de varios de estos subapartados. No obstante, hemos creído necesario hacer mención expresa de los trabajos que se llevan a cabo en el Instituto Nacional de Meteorología, por ser el Organismo donde se da la mayor concentración de trabajos relacionados con la temática que nos ocupa.

#### Investigación sobre el Cambio Climático en el Instituto Nacional de Meteorología

Los proyectos actualmente en curso en el Instituto Nacional de Meteorología (INM), o terminados con posterioridad a 1997, y que guardan relación con el cambio climático son los que se indican a continuación:

##### a) Estudios de procesos y sistemas climáticos, incluidos estudios paleoclimáticos

Se realizan estudios aplicados ("desarrollo") en numerosos temas que dependen de la Subdirección General de Redes, Sistemas y Producción Meteorológica. Los temas de investigación se realizan en unidades dependientes de la Subdirección General de Programas Especiales e Investigación Climatológica, en algunas unidades dependientes de los Centros Meteorológicos Territoriales y en el Observatorio de Izaña.

Por lo que se refiere a procesos de importancia en el sistema climático, su estudio y uso en modelos del tiempo y clima, la mayor parte de las actividades se desarrollan en el Área de Modelización, Servicio de Desarrollos Climatológicos y en el Observatorio de Izaña. Las líneas son las siguientes:

1. Estudio de la Capa Límite Atmosférica, con especial énfasis en el estudio de las nubes y de los fenómenos de Capa Límite Nocturna. El Grupo de Capa Límite Atmosférica participa en proyectos europeos sobre el estudio de los sistemas nubosos (EUCREM 1996-1998, EUROCS 2000-2003), el programa mundial GCSS (GEWEX (Global Energy and Water Cycle Experiment) Cloud System Study). Asimismo, ha liderado un proyecto financiado por el gobierno español sobre capa límite atmosférica estable (CLI97-0343, 1997-2000) y participado en proyectos internacionales en este ámbito (campañas SABLES 98 y CASES 99). El resultado de sus investigaciones se plasma en la introducción de sus resultados en el modelo HIRLAM (High Resolution Limited Area Model), de predicción del tiempo en 9 países europeos y de estudio del clima regional. Este grupo gestiona la utilización por parte del INM del Centro de Investigaciones de la Baja Atmósfera (CIBA), conjuntamente con la Universidad de Valladolid.

2. Convección Profunda: en el seno del grupo HIRLAM y también a través del mencionado proyecto europeo EUROCS, se trabaja sobre la parametrización de los esquemas de convección para modelos numéricos. El impacto de dichos esquemas se evalúa en programas de intercomparación de modelos, tales como el proyecto internacional COMPARE (Comparison of Mesoscale Prediction and Research Experiment).
3. Procesos de superficie: también en el seno del grupo HIRLAM y a través del proyecto europeo ELDAS (2001-2004), se trabaja en el estudio de la parametrización del sistema suelo-vegetación, también con especial incidencia en el tema de la humedad del suelo, parámetro determinante de la evolución temporal del sistema climático.
4. Radiación Ultravioleta y Ozono: El INM gestiona la red nacional de medida de ozono en columna y radiación ultravioleta. Se llevan a cabo investigaciones sobre este tema en el Observatorio Atmosférico de Izaña (Canarias) con participación en diferentes proyectos y programas de investigación tanto españoles como internacionales: SUSPEN ("Standardization of Ultraviolet Spectroradiometry in Preparation of an European Network", CE-ENV4-CT95-0056, periodo: 1-1-96/31-12-98); SUVDAMA ("Scientific UV DATA Management", CE-ENV4-CT95-0177, periodo: 1-1-96/31-12-98); REVUE ("REconstruction of Vertical ozone distribution from Umkehr Estimates", CE-ENV4-CT95-0161, periodo: 1-1-96/1-6-1999).

En el Observatorio de Izaña también se realizan investigaciones sobre el ozono estratosférico y sobre la influencia de éste, las nubes y los aerosoles particulados sobre la radiación ultravioleta a través de los proyectos: "Medida y Modelización de la distribución espacio-temporal de la irradiancia solar ultravioleta en España" (CICYT-CLI97-0345-05, periodo: 1-8-97/31-7-2000); "Investigación de las Interrelaciones de los Niveles de Radiación UV con las propiedades radiativas de los aerosoles atmosféricos y las nubes" (CICYT-CLI97-0453, periodo: 1-8-97/31-7-2000).

En el Observatorio de Izaña se ha realizado un modelo de predicción diaria de ozono e índice de ultravioleta (UVI) a nivel nacional. En esta misma línea participa en el proyecto STREAMER ("Small Scale Structure Early Warning and Monitoring in Atmospheric Ozone and Related Exposure to UV-B Radiation", CE-ENV4-CT98-0756, periodo: 1-1-99/1-1-2002) junto con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) para validar datos de ozono y ultravioleta obtenidos con el instrumento GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) de la Agencia Espacial Europea (ESA).

Asimismo se están realizando trabajos de validación de medidas obtenidas desde el ENVISAT (ESA Environmental Satellite Series) y SCIAMACHY (instrumentos que vuelan a bordo de satélites de la ESA) en el Observatorio de Izaña. Los parámetros que se validan son ozono total, NO<sub>2</sub>, y más de una docena de componentes químicos en la estratosfera (O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, HDO, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HF, HCl, ClONO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, y HNO<sub>3</sub>) mediante espectrometría DOAS (UV-VIS) y mediante la técnica FTIR (Fourier Transform Infra Red), en colaboración con el INTA y el Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (Alemania), respectivamente.

5. Procesos de intercambio estratosfera-troposfera: otra línea de investigación desarrollada en el Observatorio Atmosférico de Izaña es acerca de procesos de intercambio estratosfera-troposfera asociados a depresiones aisladas en niveles altos (proyecto europeo BOA -"Budget of Ozone Over the North Atlantic"-, CE-EV5V-CT93-0315, periodo: 1-1-

94/1-6-97) y al chorro subtropical no perturbado (proyecto europeo TRACAS ("TRansport of Chemical species Across Subtropical tropopause", ENV4-TC97-0546, periodo: 1-12-97/1-6-2000)).

6. Procesos asociados al vórtice polar antártico: El Instituto Nacional de Meteorología mantiene una red de tres estaciones de radiómetros para la medida de radiación UV y ozono en la antártida donde analiza procesos físico-químicos asociados al vórtice polar antártico. Esta investigación es financiada por el proyecto de la CICYT RACRUV ("Red Antártica para la vigilancia y Caracterización de la Radiación Ultra Violeta", ANT98-0179, periodo: 1-8-1998/1-8-2001). Las investigaciones sobre los procesos químicos y dinámicos en estratosfera antártica se han intensificado con un nuevo proyecto CICYT coordinado con el INTA, el proyecto MAR ("Measurement of Antarctica Radiance for Monitoring the Ozone Layer"), en el que el Observatorio Atmosférico de Izaña desarrolla el subproyecto CRACRUV ("Control de Calidad de la Red Antártica para la vigilancia y Caracterización de la Radiación Ultra Violeta). En este subproyecto se analizan perfiles verticales de ozono realizados en la Antártida y medidas de NO<sub>2</sub> en columna en las tres estaciones de la red.
7. Variabilidad espacio-temporal observada de la precipitación y temperatura de la España Peninsular. Este proyecto financiado por la CICYT de tres años de duración finalizó en agosto de 2000. El equipo de investigación estuvo formado por investigadores del Departamento de Geofísica, Meteorología y Ciencias de la Tierra (uno) de la Universidad Complutense de Madrid. Se encontró: Una relación significativa entre las rupturas de homogeneidad con fenómenos significativos del Niño y grandes erupciones volcánicas, se constató un aumento de variabilidad de la escorrentía desde los años ochenta como consecuencia del efecto simultáneo y conjunto de las variabilidades de la precipitación y temperatura, y que la concentración de las precipitaciones en determinadas épocas del año muestra una tendencia creciente en el suroeste peninsular.
8. Reconstrucción y análisis de la variabilidad de la precipitación ibérica en el último milenio. Este proyecto ha sido recientemente autorizado y financiado por la CICYT. Un investigador del INM participa en el mismo; el investigador principal pertenece al Departamento de Geofísica, Meteorología y Ciencias de la Tierra (uno) de la Universidad Complutense de Madrid. Los objetivos se centran en encontrar resultados sobre la variabilidad de la lluvia, empleando las técnicas desarrolladas en el proyecto descrito en 6, sobre series largas reconstruidas por métodos propios y por las reconstrucciones dendroclimáticas realizadas por otros autores.

#### b) Preparación de modelos y pronósticos, incluidos los modelos acoplados de circulación atmosférica y oceánica

1. Se llevan a cabo pruebas de "downscaling" (reducción de escala) dinámico utilizando como modelo climático regional la versión del modelo HIRLAM puesta a punto por el Centro Rossby del Servicio Meteorológico Sueco. Las pruebas se realizan en el marco del proyecto europeo DEMETER (2000-2003) para predicción estacional, por lo que las integraciones, que utilizan como condiciones de contorno los campos atmosféricos de modelos globales océano-atmósfera, se limitan a horizontes de pocos meses. El objetivo a largo plazo es, una vez validado el comportamiento del modelo con una resolución de 0.50 en la regiones de interés (área atlántica y mediterránea 15N-65N y 60W -30E),

extender el horizonte temporal con condiciones de contorno procedentes de modelos climáticos globales.

2. Diversas técnicas de "downscaling" estadístico se desarrollaron o se encuentran en desarrollo para su uso operativo con el fin de llevar a cabo pronósticos en diversas áreas de la Península Ibérica. Se han utilizado y utilizan en los proyectos descritos en b) 1 y c) 1 y 2, más adelante.
3. Estudio numérico del atractor climático en modelos de circulación del océano (proyecto CYCIT realizado conjuntamente con la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid y dirigido desde ésta, 1999-2001). Este proyecto tiene como objetivo valorar y validar nuevos esquemas numéricos para el desarrollo de modelos de clima atendiendo a las propiedades matemáticas de lo que se conoce como atractor climático. Proyecto del Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima. Este proyecto es la continuación natural del anterior "Nuevo desarrollo y validación de un modelo de circulación oceánica" (CICYT, 1996-1998) con los mismos actores.
4. Proyectos sobre perturbaciones del sistema climático: se ha participado en el proyecto español "Análisis de los modos de la variabilidad intraestacional en escenarios de control y perturbado (2\*CO<sub>2</sub>) en la cuenca atlántica y su influencia sobre la precipitación en la España Peninsular" (periodo 1998-2000), en colaboración con la Facultad de Física de la Universidad Complutense de Madrid. Los objetivos son dos: 1) comparar las variaciones del comportamiento de estructuras de la circulación atmosférica en la cuenca atlántica en escenarios climáticos sin perturbar y con perturbaciones radiativas correspondientes a una duplicación de la concentración del CO<sub>2</sub> atmosférico; 2) evaluar la influencia de las variaciones anteriores sobre la precipitación en la Península Ibérica. Proyecto del Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima.
5. Proyecto HIRETYCS (High Resolution Ten Years Climate Simulations, 1996-1998) del 4º Programa Marco de I+D de la UE. Coordinado por Météo-France y el CNRS. La contribución del INM fue la intercomparación y validación sobre Europa Occidental de los resultados de tres simulaciones de Clima Global a alta resolución, realizadas por el Hadley Center, el Max Planck Institut de Meteorología y Météo-France/CNRS. Asimismo, se ha participado en proyectos de colaboración bilaterales con Météo-France/CNRS y NCAR (EEUU) para la validación sobre España y Europa de distintas versiones de los modelos regionales ARPEGE y RegCM2 (1996-1998).

#### c) Investigación sobre los efectos del cambio climático.

1. El Servicio de Variabilidad y Predicción del Clima ha participado en dos proyectos sobre impacto del cambio climático de financiación española. Durante el periodo 1996-1998 en un proyecto de elaboración de una base de datos georeferenciada para el estudio del cambio global en la Península Ibérica (CICYT), junto con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). La contribución del INM fue el desarrollo y la validación de metodologías de obtención de escenarios climáticos de alta resolución para España, a partir de los resultados de experimentos de transición HadCM2SUL.
2. Actualmente, y para el año 2001, se participa en el proyecto CIREA (PNIDI) "Metodología para la evaluación de impactos y riesgos del cambio climático a nivel

regional y sobre la economía de las explotaciones agrarias", coordinado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. El objetivo es desarrollar una metodología de evaluación de impactos del cambio climático en la agricultura a escala subregional y de explotación agraria, y la simulación de estrategias de respuesta y adaptación de explotaciones a distintos escenarios potenciales de condiciones climáticas. La metodología en desarrollo consta de tres módulos: climático, agronómico y socio-económico. En el componente agronómico se intenta que la resolución sea de 10 km. La contribución del INM es la determinación de las referencias climáticas y la obtención de escenarios adaptados a los fines del proyecto de evaluación de impactos y de simulación de estrategias de respuesta y adaptación en escalas subregionales.

### Plan Nacional de I+D sobre el Clima

Desde el año 1995 el Estado, por medio del Plan Nacional de I+D (investigación y desarrollo), destina fondos para la investigación del clima y del cambio climático.

Para poder alcanzar los objetivos generales planteados se definieron cuatro grandes objetivos científico-técnicos, con diversos subobjetivos, que se describen brevemente a continuación:

#### 1. Sensores, métodos de observación y datos del sistema climático

1.1. Obtención de datos: Potenciar la investigación en sensores, nuevas técnicas de observación y nuevas metodologías de obtención de datos climáticos a partir de las redes de observación de superficie y de las plataformas espaciales, bien fueran permanentes o establecidas para fines específicos.

1.2. Métodos estadísticos y otros métodos objetivos de análisis: Potenciar la investigación en técnicas estadísticas y otros métodos objetivos avanzados de análisis de la información climática, orientados especialmente al desarrollo de nuevos métodos para el tratamiento de problemas estadísticos y de análisis objetivo de la información resueltos deficientemente.

#### 2. Caracterización del sistema climático

2.1. Caracterización del clima presente observado: Profundizar en el estudio y análisis de la variabilidad espacial y temporal de las variables más características del clima. Se incluía, en particular, la detección del posible cambio climático a partir del estudio de indicadores climáticos y de la evolución de los ecosistemas en España.

2.2. Caracterización del clima del pasado: Reconstruir y caracterizar, a partir de datos paleoclimáticos, el clima existente en España en épocas pretéritas, incluidos sus cambios y las relaciones entre las variaciones del dióxido de carbono y del metano.

#### 3. Estudio y modelización de los procesos del sistema climático

3.1. Composición, circulación y procesos fisicoquímicos en la atmósfera y el océano: Progresar en el conocimiento, especialmente a escala local y regional, de la composición y circulación de la atmósfera y del océano, así como del funcionamiento de los procesos

en los que intervienen. Asimismo se debía prestar atención a la fase atmosférica del ciclo del agua, una de las principales fuentes de incertidumbre en el conocimiento del clima.

3.2. Procesos biogeosféricos en el sistema climático: Potenciar el estudio de los procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en los subsistemas terrestre y oceánico del sistema climático y las interacciones existentes entre ellos.

3.3. Simulación del clima y previsión del cambio climático: Elaborar, adaptar o usar modelos climáticos para la obtención del clima presente o situaciones previsibles de cambio climático a escala regional.

4. Repercusión del clima y del cambio climático sobre las actividades socioeconómicas y sobre los desastres naturales

4.1 Influencia del clima sobre las actividades socioeconómicas y su aplicación a la gestión de los recursos naturales: Aplicar de los conocimientos climáticos a la planificación de los distintos sectores socioeconómicos, entre otros, los relacionados con la agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, ecosistemas naturales, zonas costeras, ordenación del territorio, recursos hídricos, turismo y salud.

4.2. Impactos del cambio climático: Evaluar las repercusiones del cambio climático en las zonas geográficas de interés nacional.

4.3 Fenómenos climáticos extremos y desastres naturales relacionados con el clima: Mejorar el conocimiento de los factores que causan fenómenos climáticos adversos de carácter extremo y desarrollar metodologías para su predicción.

En los años de vigencia del Programa (1995-1999) se han presentado 223 solicitudes para proyectos de I+D por un importe de unos 2.870 millones de pesetas. De ellas han sido aprobadas un total de 101, implicando a unos 500 investigadores, con una financiación de unos 677 millones de pesetas. En la tabla siguiente se da un desglose por objetivos y anualidades de la indicada financiación.

Tabla 29: Desglose de la inversión en proyectos de I+D financiados con cargo al Programa Nacional de I+D sobre el Clima.

Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnología.

		1995	1996	1997	1998	1999	Total
<b>Sensores, métodos de observación y datos del sistema climático</b>	Obtención de datos	7.546.000	16.368.000	0	16.437.000	1.120.000	41.471.000
	Métodos estadísticos y otros métodos objetivos de análisis	30.789.000	0	0	22.843.000	0	53.632.000
	<b>Total</b>	<b>38.335.000</b>	<b>16.368.000</b>	<b>0</b>	<b>39.280.000</b>	<b>1.120.000</b>	<b>95.103.000</b>
<b>Caracterización del sistema climático</b>	Caracterización del clima presente observado	27.742.000	83.446.000	40.894.000	0	14.470.400	166.552.400
	Caracterización del clima del pasado	28.347.000	12.155.000	22.908.000	25.880.000	0	89.290.000
	<b>Total</b>	<b>56.089.000</b>	<b>95.601.000</b>	<b>63.802.000</b>	<b>25.880.000</b>	<b>14.470.400</b>	<b>255.842.400</b>
<b>Estudio y modelización de los procesos del sistema climático</b>	Composición, circulación y procesos fisicoquímicos en la atmósfera y el océano	20.075.000	0	23.345.000	0	0	43.420.000
	Procesos biogeosféricos en el sistema climático	45.155.000	0	10.672.000	7.820.000	37.592.000	101.239.000
	Simulación del clima y previsión del cambio climático	33.924.000	0	6.164.000	2.415.000	0	42.503.000
	<b>Total</b>	<b>99.154.000</b>	<b>0</b>	<b>40.181.000</b>	<b>10.235.000</b>	<b>37.592.000</b>	<b>187.162.000</b>
<b>Repercusión del clima y del cambio climático sobre las actividades socioeconómicas y sobre los desastres naturales</b>	Influencia del clima sobre las actividades socioeconómicas y su aplicación a la gestión de los recursos naturales	5.346.000	5.819.000	20.026.000	0	0	31.191.000
	Impactos del cambio climático	8.745.000	30.514.000	21.505.000	0	4.928.000	65.692.000
	Fenómenos climáticos extremos y desastres naturales relacionados con el clima	14.278.000	0	0	6.316.000	21.616.000	42.210.000
	<b>Total</b>	<b>28.369.000</b>	<b>36.333.000</b>	<b>41.531.000</b>	<b>6.316.000</b>	<b>26.544.000</b>	<b>139.093.000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>221.947.000</b>	<b>148.302.000</b>	<b>145.514.000</b>	<b>81.711.000</b>	<b>79.726.400</b>	<b>677.200.400</b>	

En la figura siguiente se presenta la financiación porcentual que ha recibido cada uno de los subobjetivos científico-técnicos durante el período 1995-1999.

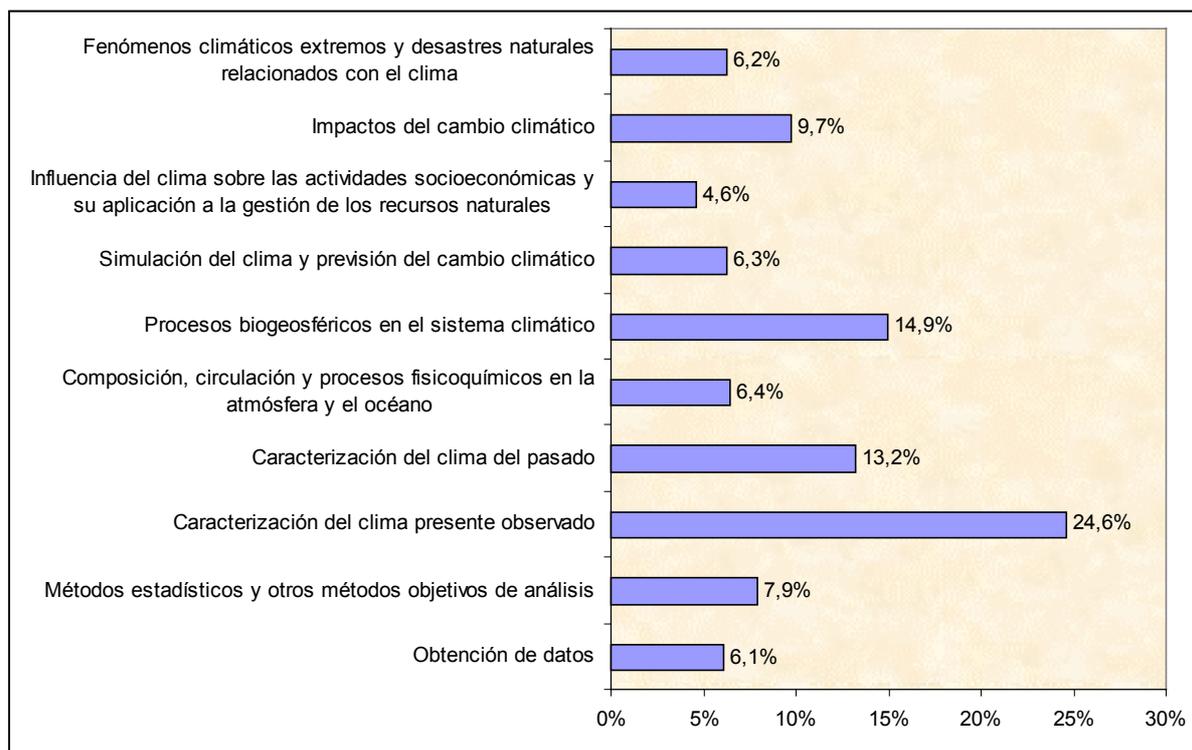


Figura 29: Distribución de la financiación aportada por el Programa Nacional de I+D sobre el Clima en el período 1995-1999.

Además, con cargo a los presupuestos del Programa, se han financiado otro tipo de acciones, como son 10 Proyectos de Infraestructura, 24 Acciones Especiales y de cofinanciación de proyectos de la Comisión Europea y la parte del programa de formación de personal investigador vinculado a proyectos de I+D sobre el Clima. El importe total de estas acciones supera los 200 millones de pesetas.

Durante el año 2001 un gran número de investigadores y técnicos de la administración han estado trabajando en la elaboración del nuevo Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (PN I+D+I 2000-2003). Su estructura, a diferencia del anterior, se nuclea entorno a Áreas científico-tecnológicas y Áreas sectoriales. La investigación del clima y del cambio climático que, atendiendo a las recomendaciones internacionales, debe seguir existiendo aparece integrada en el Área científico-tecnológica de Recursos Naturales, por medio de una prioridad temática (Atmósfera y Clima). Asimismo, la mitigación y los impactos del cambio climático están incluidos en otras prioridades temáticas (Recursos Marinos, Recursos Hídricos, Cambio Global y Biodiversidad, Riesgos Naturales, Investigación en la Antártida y Tecnologías para la prevención y tratamiento de la contaminación).

Las líneas de investigación de la Prioridad Temática de “Atmósfera y Clima” se dividen en seis objetivos que se describen a continuación.

**1) Observación y Datos**

Destaca en este punto la existencia de grupos activos en observación mediante sensores remotos. Se trabaja en Radar, Sodar, Lidar y teledetección por satélite. Los grupos son de tamaño reducido y están bien conectados con el entorno europeo mediante proyectos

Europeos. Estos grupos proceden esencialmente de Escuelas Superiores de Ingenieros y de Departamentos de Física.

Las redes de observación están en manos de organismos oficiales. Se financia por el PN su coordinación mediante una acción especial de soporte a la normalización de observaciones automáticas. Se han financiado desarrollos específicos de nueva instrumentación y de su optimización.

Pese a estar contemplado específicamente en el PN, hay poca actividad financiada sobre nuevas tecnologías de análisis de datos, aunque estas pueden estar implícitas en otros aspectos financiados. En cambio, si hay actividad sostenida en la generación de bases de datos históricas, mediante consulta a archivos, que permiten reconstruir series hasta el siglo XII, dependiendo de la metodología. Los grupos provienen de Física, Geografía e Historia y de algunas facultades de Letras.

En este objetivo, se echa en falta mayor desarrollo en técnicas instrumentales y de análisis de datos, habiendo una clara dependencia en este campo de grupos extranjeros.

## **2) Variabilidad Climática y Capacidad de Predicción Climática.**

Este es el objetivo con mayor número de grupos activos. Se promueve explícitamente la caracterización del clima pasado y presente. En clima pasado, existen muchos equipos trabajando en paleoclima, básicamente biólogos y geólogos. También existen grupos que intentan caracterizar el clima de épocas más recientes mediante observaciones limnológicas, dendrológicas y antracológicas. El estudio de datos instrumentales permite un estudio del clima pasado reciente (los últimos 150 años), cuyos métodos y conclusiones permiten asimismo el estudio del clima presente. Los grupos proceden esencialmente de Física y Geografía, así como del Instituto Nacional de Meteorología (INM). Actualmente parece haber una buena caracterización del clima del pasado reciente y del clima presente, y la tendencia es hacia el estudio de extremos. Hay poca implicación de matemáticos estadísticos, que podrían aportar nuevas metodologías de análisis de datos.

El uso de modelos numéricos y de sus salidas es una herramienta potente para el estudio de la variabilidad climática. Existen pocos grupos activos en este campo. Solo existe un par de grupos activos en climatología dinámica a partir de modelos regionales. La regionalización de salidas de modelos regionales y globales se efectúa mediante técnicas diversas de "downscaling" por los mismos grupos. No existe generación de campos globales (se usan los del CEPPM y los de los centros de excelencia -Hadley, Max Planck,..-). Si se generan campos regionales con modelos de mesoscala (HIRLAM, MM5, UCM). Existen algunos desarrollos específicos de gran potencialidad (modelos de océano, p.e). La mayor parte de los grupos implicados son físicos, con algunos grupos de matemáticos también involucrados.

Finalmente hay otros grupos que aplican técnicas estadísticas sobre las salidas de los modelos, sin utilizarlos directamente. También se investiga sobre técnicas novedosas de extrapolación de series de datos.

En este objetivo se observa mucha actividad en paleoclima y estudio de series instrumentales, con graves problemas de competitividad entre grupos. La parte de desarrollo y uso de modelos es escasa y debería fomentarse.

### **3) Procesos e Interacciones**

Pese a su gran importancia, este es uno de los puntos con menor participación en el PN, aunque queda parcialmente compensado por la gran actividad de grupos de biólogos en temas de interacción con los sistemas vegetales.

El tema de emisiones de gases y su tendencia en relación con el efecto invernadero tiene muy poca actividad financiada; se concentra básicamente en la fijación en el sistema suelo-vegetación. Hay otras actividades de medida, pero más relacionadas con la contaminación.

Los procesos e interacciones que mejoren la calidad de los modelos es uno de los puntos débiles de la comunidad científica española. Apenas hay grupos que trabajen directamente sobre las parametrizaciones de los modelos. Hay cierta actividad en capa límite atmosférica y algunos usos de modelos de convección y suelo, todo ello básicamente en el INM. Los modelos de transferencia radiativa se estudian pero sin implantación alguna en modelos. Vista la especificidad del área geográfica española y circundante, nos encontramos con parametrizaciones poco adaptadas a nuestras necesidades. Hay estudios experimentales sobre flujos de intercambio en zonas áridas y semiáridas que deberían producir ya parametrizaciones a introducir en modelos. Un problema principal es que hay muy pocos investigadores que modifiquen los modelos, la mayor parte son usuarios de los mismos.

En lo que se refiere a la utilización de modelos climáticos sobre el entorno geográfico nacional, su desarrollo, adaptación, validación y comparación, hay poca actividad, básicamente llevada a cabo por los mismos grupos mencionados en el objetivo 2.

### **4) Procesos físico-químicos: contaminación, ozono, aerosoles, radiación ultravioleta**

En este apartado domina el estudio de la radiación ultravioleta, con una red de observación constituida co-financiada por el PN. El grupo es extenso y las actividades diversas. Los otros puntos están menos desarrollados. Se miden concentraciones de ozono y otros componentes, con algunos grupos trabajando sobre los procesos relativos al ozono, los aerosoles y algunos contaminantes. Solo hay un grupo activo financiado para la modelización de la dinámica de los contaminantes.

No hay grupos financiados en temas de ozono estratosférico, ni, en general, sobre procesos en la media y alta atmósfera.

### **5) Escenarios y evaluación de impactos**

Muy poca actividad financiada en este punto. Un grupo activo y con resultados de interés constituido por físicos modelizadores e ingenieros agrónomos, sobre el impacto del cambio climático en la agricultura. Ha habido dos equipos con resultados parciales.

Vista la gran importancia estratégica de este punto, es una línea que debería potenciarse siguiendo precedentes a nivel europeo, como el proyecto Acacia, con involucración de muchos actores de otros sectores (sociólogos, hidrólogos, economistas, médicos, ...).

### **6) Técnicas de apoyo a la gestión de recursos hídricos, incendios forestales, fenómenos extremos de precipitación y episodios de contaminación.**

Escasa actividad financiada por el Plan. En recursos hídricos, solo consta la posible aplicación del Radar para usos hidrológicos (línea activa). En incendios forestales, hubo actividad en la primera parte del PNID 95-99, pero actualmente no hay actividad financiada. En lo referente a fenómenos extremos de precipitación, se ha financiado el estudio por modelización para el Mediterráneo y también técnicas estadísticas para modelización regional. No constan proyectos de estudio de episodios de contaminación.

Dentro de la Prioridad Temática “Cambio Global y Biodiversidad”, el objetivo 2, “Efectos de la variabilidad climática y cambios en los usos de suelo sobre la Biodiversidad”, tiene muchos actores activos, casi todos provenientes del campo de la biología. La investigación está bien centrada en los puntos propuestos por el plan. En el otro objetivo relevante de esta Prioridad Temática (“Degradación del suelo y Desertificación”) hubo actividad financiada en la primera parte del PN 95-99, especialmente relacionada con el seguimiento por satélite de la cubierta vegetal y los efectos de la erosión sobre la torrencialidad.

En los otros sub-programas, están contemplados los apartados siguientes:

- ✓ Recursos Marinos, objetivo 1: Investigación oceanográfica en el contexto del cambio global
- ✓ Recursos Hídricos, objetivo 2: Predicción de los efectos del cambio global sobre los recursos hídricos.
- ✓ Recursos Hídricos, objetivo 5: Nuevas tecnologías (teledetección y SIG)
- ✓ Riesgos Naturales, objetivo 1: Sequías e Inundaciones
- ✓ Antártida, objetivo 2: Ciencias de la Atmósfera

En general, en el plan actual (2000-03), se observa una intensa participación de los grupos consolidados, con pocas incorporaciones de grupos nuevos. La competitividad es grande y obliga a los grupos a proponer proyectos de cada vez mayor calidad científica.

### *Participación española en proyectos de investigación financiados en el marco de la Unión Europea*

Para dar cumplimiento a sus compromisos con relación a la protección del clima, la Unión Europea ha puesto en marcha desde el año 1998 un programa de financiación de la investigación en materia de cambio climático con las siguientes áreas clave:

- Cambio en la composición atmosférica
- Destrucción de la capa del ozono estratosférico
- Predicción del cambio climático y escenarios
- Variabilidad climática y cambios abruptos del clima
- Vulnerabilidad de los ecosistemas
- Interacciones de los ecosistemas y los ciclos del carbono y del nitrógeno
- Evaluación y conservación de la biodiversidad
- Escenarios y estrategia para dar respuesta a los temas de cambio global
- La mitigación y adaptación al cambio climático

- La reconciliación de la conservación de la biodiversidad con el desarrollo económico
- La lucha contra la degradación del suelo y la desertización
- Mejor explotación de los datos existentes y adaptación de los datos de observación existentes
- Desarrollo de nuevas capacidades a largo plazo

En el período comprendido entre 1999-2000 se han desarrollado un total de 102 proyectos, que en su mayoría se encuentran en fase de ejecución<sup>19</sup>. Aunado a un total de 44 proyectos que en el año 2001 se han sometido a un período de aprobación.

De los proyectos comprendidos en el período 1999-2000, España participa en un total de 31 proyectos, siendo en dos de ellos el contratista principal.

Su participación se distribuye según consta en la siguiente tabla:

Tabla 30: Participación de equipos de investigadores españoles en proyectos financiados en programas de la Unión Europea.

AREA	Número de proyectos	Observaciones
Cambio en la composición atmosférica	3	
Predicción del Cambio Climático y Escenarios	1	
Variabilidad climática y cambios abruptos del clima	2	
Vulnerabilidad de los ecosistemas	5	
Interacciones entre los ecosistemas y los ciclos de carbón y del nitrógeno	1	
Evaluación y Conservación de la Biodiversidad	5	
Mitigación y adaptación al cambio climático	4	
Reconciliación de la conservación de la biodiversidad con el desarrollo económico	4	En uno de ellos es contratista principal el Consejo Superior de Investigaciones Científicas contando con una financiación de 0.301 MEuros de los 0.345 MEuros del total del coste del proyecto
Lucha contra la degradación del suelo y la desertización	2	
Explotación de los datos existentes y adaptación de los datos de observación existentes	2	En uno de ellos la Universidad Complutense es contratista principal contando con una financiación de 1.14 MEuros del 1.70 MEuros del coste del proyecto
Desarrollo de nuevas capacidades a largo plazo	2	

Una de las iniciativas más ambiciosas que la DG XII (Investigación) de la Unión Europea ha puesto en marcha dentro del V Programa Marco es el Cluster CARBOEUROPE (conjunto de Proyectos para entender y cuantificar el balance de carbono en Europa ) dentro del Programa

<sup>19</sup> Fuente: CORDIS (The Community Research and Development Information Service).

Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Acción Clave Cambio Global, Clima y Biodiversidad). Comprende en la actualidad 11 proyectos con una financiación total de más de 20 Millones de Euros. El objetivo de la iniciativa es desarrollar metodologías para cuantificar y validar el balance de carbono a nivel continental (Europa), así como en Brasil y Siberia. Este proyecto implica a 80 instituciones y más de 20 países dentro y fuera de Europa. Esta iniciativa está siendo adoptada por otros grupos en EEUU, Japón y China. España participa en uno de los proyectos (RECAB), y dispone de uno de los puntos de seguimiento ligado al CARBOEUROFLUX.

### **OBSERVACION SISTEMATICA**

En España hay varios organismos que se encargan de la observación sistemática de elementos componentes del sistema climático. El Instituto Nacional de Meteorología (INM) es el principal ente encargado de las observaciones atmosféricas y meteorológicas. El Instituto Español de Oceanografía se encarga, junto con el Ente Público Puertos del Estado, de las observaciones oceanográficas. Instituciones académicas y medioambientales variadas colaboran asimismo en tareas de recopilación de información y observación del clima.

España participa también en programas de observación sistemática mediante sensores instalados a bordo de satélites, por ejemplo en los programas de EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites). Esta observación incluye componentes atmosféricos y meteorológicos, a nivel de la superficie terrestre y en altura, así como de los componentes terrestres (albedo superficial, temperatura, humedad del suelo, vegetación, etc) y oceanográficos (altura de oleaje mediante altimetría, rugosidad de la superficie del mar, etc).

España cumple con los criterios del SMOC (Sistema Mundial de Observación del Clima) en la inmensa mayoría de los sistemas de observación que se encuentran operativos.

Una referencia completa de los sistemas de observación del clima operativos y en proyecto, clasificados por área de aplicación, se encuentra disponible en el Apéndice A: “Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC)”.

## EDUCACION, FORMACION Y SENSIBILIZACION DEL PUBLICO

### EDUCACION Y FORMACION TECNICA Y PROFESIONAL

#### Sistema educativo no universitario

Los temas relacionados con la problemática ambiental son objeto de una atención muy significativa por parte del sistema educativo formal en España. La Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) contempla el desarrollo de una serie de temas transversales, entre los que se encuentra la Educación Ambiental, que deben incorporarse al currículo de los distintos niveles educativos.

Además, en el cuarto curso de la Educación Secundaria se ofrece la asignatura optativa “Energías Renovables y Medio Ambiente”, que guarda una importante relación con el tema del cambio climático.

Con objeto de facilitar de forma específica el tratamiento de los temas relacionados con la energía y su relación con los problemas ambientales una serie de instituciones públicas y privadas han puesto en marcha programas educativos dirigidos a diferentes niveles de la enseñanza obligatoria. A continuación se reseñan algunos ejemplos de este conjunto de iniciativas:

- **Programa GLOBE.** El programa GLOBE (Aprendizaje y Observación Global para el Beneficio del Medio Ambiente) persigue el tratamiento en las aulas de educación primaria y secundaria de los problemas ambientales globales a través del desarrollo de una red internacional de observación e intercambio de información y experiencias entre centros educativos. En España el programa se desarrolla en virtud a un acuerdo establecido entre la *National Oceanic and Atmospheric Administration* de Estados Unidos y el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España. Los aspectos relativos al cambio climático son tratados de forma amplia en este programa, en el cual los alumnos realizan observaciones que, a través de internet son recogidas y puestas de nuevo a disposición de los interesados para su análisis e interpretación.
- **Programa “Uso eficiente de la energía: energías alternativas y movilidad sostenible” (Navarra).** Este programa, realizado gracias a un convenio establecido entre la empresa de energías renovables EHN, la Agencia Energética de Pamplona y la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona, constituye un interesante ejemplo de las iniciativas dirigidas a educación Primaria y Secundaria que se han puesto en marcha en una escala local. En este programa se ofrece a los grupos escolares participantes un total de tres talleres prácticos, que son complementarios:
  - Taller sobre energías alternativas (se desarrolla en el aula escolar)
  - Visita a un parque eólico
  - Taller sobre movilidad sostenible (se desarrolla en el aula escolar)

Este programa resulta muy destacable por ser el resultado de la colaboración entre entidades públicas y una empresa interesadas en fomentar el uso eficiente de la energía y por el tratamiento educativo que se da a los temas de movilidad desde una óptica de sostenibilidad. Tanto la temática como el enfoque son absolutamente infrecuentes en el contexto español, a pesar de su evidente interés.

- **Red de escuelas solares.** La organización ecologista *Greenpeace* ha promovido la creación de una red de escuelas solares, que agrupa a centros educativos de toda España interesados en disponer de tejados solares fotovoltaicos. *Greenpeace* asesora y coordina a los centros (principalmente guarderías, colegios e institutos, pero también facultades universitarias) para dar los pasos necesarios para disponer de energía solar. Para ello proporciona información a los centros para la instalación del tejado solar y ofrece a los centros que lo desean la gestión de los trámites. Este trabajo se realiza en colaboración con el estudio de arquitectura y medio ambiente Ecocode, el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid y la Asociación de Usuarios de energía solar fotovoltaica SEBA.

Por otro lado, diversas instituciones con competencias en la formación continua del profesorado han organizado en los últimos años cursos dirigidos a incrementar la cualificación de los docentes para abordar en las aulas temas relacionados con la energía y el medio ambiente. Un ejemplo de estas iniciativas son los cursos sobre energías renovables organizados por los CEIDA del Gobierno Vasco, ya impartidos en varias ciudades en el curso 2000-2001 y que se realizarán de nuevo en el curso 2001-2002 en Bilbao y Legazpi.

En esa misma Comunidad Autónoma el Ente Vasco de la Energía (EVE) ha convocado los cursos “La educación de las energías renovables, una apuesta por el desarrollo sostenible”, dirigidos también de forma específica a educadores.

### Formación universitaria

En las universidades españolas no existe una titulación específica sobre temas como energías renovables o eficiencia energética. No obstante, diversas carreras universitarias incluyen asignaturas relacionadas con el tema.

Por ejemplo, en la titulación de Ciencias Ambientales impartida en la Universidad Politécnica de Madrid hay una asignatura obligatoria denominada “energías renovables” con 30 horas lectivas. Además se ofertan como asignaturas optativas o de libre elección asignaturas como “Biomasa” o “Fotovoltaica”, con 60 horas lectivas cada una<sup>20</sup>.

En los programas de diferentes ingenierías también se incluyen asignaturas sobre energías renovables. He aquí algunos ejemplos<sup>21</sup>:

- *Ingenieros Aeronáuticos*: el programa incluye estudios sobre energía eólica.

---

<sup>20</sup> Datos obtenidos del informe “Donde estudiar energías renovables” (www.energiasrenovables-Larevista.com publicado en octubre de 2001).

<sup>21</sup> Datos procedentes del informe antes citado.

- *Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*: incluye una asignatura denominada “Obras y aprovechamientos hidráulicos y energéticos”.
- *Ingenieros Industriales*: tiene una asignatura denominada “Energías renovables”.
- *Ingenieros de Telecomunicaciones*: incluye estudios sobre energía fotovoltaica (al menos en la Universidad Politécnica de Madrid).
- *Ingenieros Agrónomos*: por ejemplo, en la Universidad de Valencia, se imparte la asignatura “Aplicaciones de la Energía Solar en la Agricultura”. En la Universidad Pública de Navarra se imparte una asignatura optativa de seis créditos titulada "Energías renovables y aprovechamiento energético en el medio rural".
- *Ingenieros Técnicos de Minas*: En la Universidad Politécnica de Cartagena se imparte la asignatura troncal “Energías Renovables” y asignaturas optativas sobre Energía Solar, Energía Eólica, Hidráulica y Maremotriz.

Desde Septiembre del año 2000 existe en la Universidad Pública de Navarra una Cátedra empresarial denominada "Cátedra de Energías Renovables" que tiene como objetivos: la investigación, el desarrollo tecnológico y demostración, la capacitación de postgraduados y la preparación de profesionales altamente cualificados, la difusión de resultados de la investigación y el fomento de la innovación en el marco de las Energías Renovables.

### *Masters, postgrados y otros cursos de especialización*

La oferta de másteres, postgrados, y otros cursos de especialización sobre temas relacionados con las energías renovables, la eficiencia energética y temas afines se ha ampliado y diversificado notablemente en los últimos años. A continuación se reseñan algunas de las actividades formativas más destacadas desarrolladas en España en este campo:

- **Master Europeo en Energías Renovables y Eficiencia Energética.** Organizado por la Universidad de Zaragoza, a través de la Fundación CIRCE (Centro para la Investigación de Recursos y Consumos Energéticos). Es eminentemente práctico y tiene una duración de 1.050 horas.
- **Master en energías renovables y mercado energético.** Organizado por la Escuela de Organización Industrial en colaboración con el CIEMAT y el IDAE. Está enfocado a la capacitación en la gestión eficiente de la energía y las tecnologías energéticas limpias. Su duración es de 500 horas.
- **Master en gestión de energías alternativas.** Organizado por el Centro de Estudios Superiores (IUSC) de Barcelona y la Fundación Universidad Empresa de la provincia de Cadiz. Está dirigido a licenciados universitarios y tiene una duración de 550 horas.
- **Curso “Energía para un desarrollo sostenible”.** Organizado por la Fundación Politécnica de Cataluña. Trata sobre las diferentes energías renovables, la eficiencia energética y la relación entre energía y sostenibilidad. Su duración es de 80 horas.
- **Curso de Extensión Universitaria a Distancia “Aplicación de las Energías Renovables”.** Realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, en colaboración con el Instituto de Estudios

Medioambientales. Está dirigido tanto a licenciados y diplomados como a no universitarios con experiencia en el sector. La duración estimada es de 200 horas.

- **Programa de Formación Ambiental** (Ministerio de Medio Ambiente). Programa en desarrollo desde 1998. Uno de los bloques temáticos de este programa se denomina “Convenio sobre el cambio climático”. Dentro de este eje temático se han celebrado en el Centro Nacional de Educación Ambiental diversos cursos relacionados con energías renovables, etc.
- **Programa de cursos del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)** (Ministerio de Ciencia y Tecnología). El CIEMAT organiza diversos cursos monográficos centrados en energías renovables y medio ambiente. Por ejemplo, para el año 2001 se han programado cursos sobre principios de conversión de la energía eólica, energía solar fotovoltaica, la biomasa como fuente de energía y productos para la agricultura y la industria, energía solar en la edificación, etc.
- **Curso de energía solar fotovoltaica.** Lo organiza el Colegio Oficial de Físicos del País Vasco. Tiene una duración: 66 horas.
- **Eficiencia energética en la administración. Una contribución al desarrollo sostenible en Urdaibai.** Organizado por el Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético Minero (CADEM). La duración es de 5 horas.

### Formación inicial reglada

Dentro de los programas oficiales de capacitación dirigidos a la formación de profesionales, hay algunos títulos de Formación Profesional (establecidos por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes) que inciden en la formación ante el cambio climático, al capacitar en el uso de energías alternativas, en tecnologías menos contaminantes o en la conservación y explotación racional de masas forestales.

Una iniciativa concreta a relatar en materia de formación ocupacional es la creación del **Centro Nacional Integrado de Energías Renovables**, como consecuencia de un acuerdo entre los Ministerios de Trabajo y Educación.

El centro, que se dedicará tanto a la formación ocupacional, reglada como a la continua, se encuentra actualmente en construcción, con la participación de las Consejerías de Industria y Tecnología, Comercio, Turismo y Trabajo (Servicio Navarro de Empleo) y Educación de la Comunidad Foral de Navarra. Las instalaciones contarán con un edificio principal y un edificio anexo. Este último será bioclimático y en él se pretende conseguir un balance energético cero. El edificio contará con todos los elementos de regulación y control necesarios para que los alumnos puedan realizar prácticas reales sobre el mismo. Las áreas a instalar son: solar térmica, solar fotovoltaica, eólica, distribución de energía, instalaciones hidráulicas y climatización por refrescamiento. Se pretende que el Centro entre en funcionamiento a finales de 2002 y que esté a pleno rendimiento a lo largo de 2003.

Aparte de este proyecto, existen diversas iniciativas formativas orientadas a proporcionar una formación directamente aplicable al mundo laboral. Una de las más populares y veteranas es

el **Curso de Projectista Instalador de Energía Solar**. Se trata de un curso a distancia organizado por Censolar. Se exige la elaboración de un proyecto final de una instalación solar.

Iniciativas equivalentes se han puesto en marcha por el **Ente Regional de la Energía** de la Junta de Castilla y León, que ofrece cursos de Instaladores de Energía Solar Térmica y Auditores Energéticos en Edificios.

### Formación ocupacional

El Plan Nacional de Formación e Inserción Profesional (Plan FIP) gestionado por el Instituto Nacional de Empleo (INEM) y las Comunidades Autónomas con competencias para ello comprende el conjunto de acciones de formación profesional ocupacional dirigidas a trabajadores desempleados para proporcionarles las cualificaciones requeridas por el sistema productivo e insertarles laboralmente.

Para ello el INEM actúa, entre otros, en los siguientes campos:

- a) Adecuando permanentemente su oferta formativa, la del Plan FIP, a los requerimientos del sistema productivo mediante la información proveniente de los Estudios Sectoriales y del Observatorio Permanente de las Ocupaciones.
- b) Elaborando, experimentando y evaluando los Medios Didácticos determinantes de las enseñanzas mínimas y de los itinerarios formativos que conduzcan a los correspondientes certificados de profesionalidad.

Estos son unos de los cometidos de la Red de Centros Nacionales de Formación Profesional Ocupacional del INEM.

Para el caso concreto de la formación ocupacional en Energías Renovables y Medio Ambiente la actuación del INEM es la siguiente:

- a) Actualización de los correspondientes Estudios Sectoriales y elaboración, experimentación y evaluación de Medios Didácticos determinantes de los contenidos mínimos formativos de cinco ocupaciones, una de ellos con Certificado de Profesionalidad, correspondiente a las siguientes Areas Profesionales:
  - Limpieza, tratamiento y eliminación de residuos urbanos
  - Recogida, evacuación y tratamiento de aguas residuales

El Centro Nacional de Formación Profesional de Huesca es el referente técnico y responsable especializado de esta actuación.

- b) Actualización de Estudios Sectoriales y elaboración, experimentación y evaluación de los Medios Didácticos con contenidos mínimos formativos de las tres ocupaciones formativas correspondientes al Area Profesional de Energías Renovables.

El Centro Nacional Formación Profesional Ocupacional de Guadalajara es el referente técnico y responsable especializado de esta actuación.

En concreto, se han publicado dos certificaciones de profesionalidad relacionadas con estas materias:

- "Instalador de Sistemas de Energía Solar Térmica", Real Decreto 2225/1998 de 16 de octubre.
- "Instalador de Sistemas Fotovoltaicos y Eólicos de Pequeña Potencia", Real Decreto 2224/1998 de 16 de octubre.

Los cursos correspondientes a estos dos certificados están incluidos en la oferta del Plan FIP (oferta de formación ocupacional) y cada año son impartidos por diferentes Centros colaboradores del INEM y de las Comunidades Autónomas.

- c) En el año 2001 se elaboró conjuntamente por el Instituto Nacional de Empleo, el Ministerio de Medio Ambiente (Red de Autoridades Ambientales), el Fondo Social Europeo y las Comunidades Autónomas, un Módulo de Sensibilización Ambiental, que se ha concretado en un curso de 9 horas, que se impartirá en todos los cursos ocupacionales de la oferta formativa del Plan FIP. Para la impartición de este curso se han elaborado una Guía Didáctica, Manual Didáctico y un Vídeo Didáctico de apoyo. Este material se está distribuyendo entre las autoridades administrativas y los Centros formativos implicados.

Otras actividades que pueden incluirse en este apartado son las siguientes:

- Los programas de Escuelas Taller y Casas de Oficios, que gestiona igualmente el Instituto Nacional de Empleo, donde se forman a trabajadores en áreas como la calidad ambiental, las auditorías ambientales o la vigilancia de los espacios naturales.
- La Agencia Energética Municipal de Valladolid cuenta con una Escuela Taller de Energía Solar, dirigida a la formación de especialistas y también a la sensibilización pública sobre las ventajas de las energías renovables.
- La Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía (SODEAN) organiza cursos para desempleados sobre cálculo, diseño, montaje y mantenimiento de instalaciones de energías renovables. Los destinatarios deben tener un nivel académico de FP2. Sólo en el año 2001 SODEAN ha convocado 10 de estos cursos en diferentes localidades de la región andaluza.

### Jornadas, congresos, grupos de trabajo

El creciente interés que despierta el problema del cambio climático y las alternativas en el uso de la energía tienen reflejo en la organización de un conjunto creciente de congresos y reuniones dedicados al tema. A modo de ejemplo, estas son algunas de las reuniones que se celebrarán en España en el segundo semestre de 2001 en relación con estos temas:

- **Cambio climático: acuerdos internacionales y alternativas de mitigación.** Madrid, 29 de noviembre de 2001. Organiza la Fundación Gas Natural con la colaboración de la Oficina Española de Cambio Climático.
- **Energía, sociedad y medio ambiente.** Guernika, 22-23 de noviembre de 2001. VII Jornadas de Urdaibai sobre desarrollo sostenible, organizadas por el Centro UNESCO de

Euskal Herria y el Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

- **Jornadas sobre cambio climático.** San Sebastián, 25 y 26 de octubre de 2001. Organizan: Fundación DIPC, Colegio Oficial de Físicos y Universidad del País Vasco.

Los grupos de trabajo constituyen otra herramienta para profundizar en aspectos relacionados con el ahorro y la eficiencia en el uso de la energía, intercambiando ideas y experiencias y analizando problemas y soluciones. Un ejemplo en este sentido es el **Grupo de trabajo sobre Construcción Sostenible** promovido por la Fundación Ecología y Desarrollo, con sede en Zaragoza. Se trata de un grupo formado por profesionales e investigadores cercanos al sector de la construcción. En su seno se realizan tertulias sobre construcción sostenible y se buscan iniciativas para difundir y fomentar este tipo de construcción.

## **CAMPAÑAS DE COMUNICACION Y EDUCACION**

### **Campañas de educación y sensibilización**

Tanto administraciones públicas como Organizaciones No Gubernamentales han desarrollado en los últimos años algunas campañas de información y sensibilización dirigidas al público general sobre temas de cambio climático o sobre aspectos concretos del uso del transporte o la energía. A continuación reseñan algunas iniciativas.

- **“La ciudad invisible” (Castilla y León).** Un buen ejemplo de las campañas que han utilizado diversos recursos y tipologías de actividades y se han dirigido a un público amplio y diverso es la que lleva por título “la ciudad invisible”. Se trata de un programa itinerante de educación ambiental sobre la calidad del aire (contaminación atmosférica, ruido, movilidad urbana...) promovido por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, que se desarrolló en las poblaciones de más de 20.000 habitantes de la región desde diciembre de 2000 y a lo largo de la primavera de 2001. Los objetivos principales del programa eran que la población conozca la situación ambiental de su ciudad en materia de contaminación atmosférica y la gestión que desde las diferentes instituciones se está realizando, así como promover espacios de reflexión y debate social orientados a la mejora de la calidad del aire a través de alternativas concretas, propuestas por los ciudadanos que participen en el programa.
- **Muestra de energías renovables (Barcelona).** Desde el año 1997, gracias a un convenio establecido entre el Ayuntamiento de Barcelona y las Areas de Medio Ambiente y Educación de la Diputación de Barcelona, la ciudad cuenta con un remolque equipado con dispositivos para la captación de fuentes de energías renovables y de electrodomésticos eficientes, destinados a programas educativos y demostraciones públicas.
- Desde el sector no gubernamental, la preocupación por la eficiencia energética se ha plasmado en campañas de sensibilización promovidas por un variado conjunto de actores sociales: organizaciones ecologistas, sindicatos y organizaciones profesionales han desarrollado iniciativas en este campo. Un ejemplo de la diversidad de intereses que

pueden aglutinarse en estas iniciativas lo tenemos en la campaña “Cielo oscuro en Cantabria” promovida por una asociación ecologista (ARCA), dos asociaciones astronómicas (AAC y Cassiopeia) y el Instituto de Física de la Universidad de Cantabria. Los mensajes de esta campaña pueden encontrarse en internet ([www.astrocantabria.es.org/cieloscuro.html](http://www.astrocantabria.es.org/cieloscuro.html))

- **La Apuesta.** “La Apuesta del Clima” es una campaña de educación ambiental sobre el cambio climático de ámbito europeo, desarrollada en España por el Consejo de la Juventud y Amigos de la Tierra. Cuenta con un material didáctico adaptado a los niveles de primaria y secundaria y de fácil inclusión en los programas pedagógicos escolares.

El programa persigue:

- Informar al sector juvenil sobre el fenómeno del Cambio Climático.
- Promover aptitudes y actitudes de ahorro en los jóvenes tras conocer y asumir las consecuencias reales de su consumo diario.
- Impulsar el trabajo en equipo y el sentimiento de cooperación internacional hacia un objetivo común en toda Europa.

*La Apuesta* aspira a lograr unos efectos directos y medibles en el medio ambiente con el desarrollo de acciones por parte de los jóvenes. Concretamente, reducir en un 8% respecto a los años anteriores las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por los participantes y en los centros de enseñanza.

Para el desarrollo del programa tanto los educadores como los alumnos disponen de guías y material de ayuda que puede ser descargado de la página web ([www.laapuesta.org](http://www.laapuesta.org)). Las actividades principales incluidas en *La Apuesta* son: un chequeo para descubrir las fugas energéticas, tomar medidas para reducir esas fugas y cuantificar el ahorro conseguido. Las complementarias abarcan desde el ahorro en transporte y en aluminio a revisiones históricas del clima, tocando todas las áreas de enseñanza.

### *La sensibilización y la información como parte de programas más amplios*

Los esfuerzos de información, educación y sensibilización también se acometen en ocasiones en relación con iniciativas de gestión específicas. En esta línea cabe citar las iniciativas dirigidas a promover sistemas de certificación que promuevan un uso más eficiente de la energía. Un ejemplo en esta línea sería el “Proyecto de Certificación Energética de Edificios Residenciales”, realizado por la Fundación Ecología y Desarrollo en colaboración con la Universidad de Zaragoza y con la financiación de la Diputación General de Aragón. El objetivo es potenciar en la Comunidad Autónoma de Aragón la sensibilidad ambiental en usuarios, técnicos y empresarios del sector de la construcción, así como facilitar una herramienta y un proceso que permita certificar la calidad termoambiental de los edificios.

Diversas agencias municipales y regionales dedicadas a promover el ahorro y la eficiencia energéticas desarrollan acciones informativas y de asesoramiento en conexión con iniciativas de carácter legal y económico. En este campo han empezado a jugar un papel cada vez más activo las agencias municipales.

Un ejemplo notable lo constituye la Agencia Energética del Ayuntamiento de Pamplona. La Agencia Energética del Ayuntamiento de Pamplona, que comenzó a funcionar en 1998, además de desarrollar un Plan Energético para la ciudad, ofrece asesoría gratuita en materia energética a los pamploneses. Además, desde esta Agencia se desarrolla un programa escolar, para niños entre 10 y 12 años, sobre uso racional de la energía. Este programa cuenta con la colaboración de EHN (Energía Hidroeléctrica de Navarra) y la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona.

Otro ejemplo adicional es el que ofrece la Junta de Andalucía quien, a través de la Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía (SODEAN), creó en el año 2000 un nuevo servicio de Asesoramiento para Profesionales de la Edificación sobre Energía Solar. En este mismo contexto, la Diputación de Almería firmó un convenio marco con dicha sociedad en diciembre del mismo año cuya finalidad principal es la de promover el ahorro energético e impulsar alternativas energéticamente sostenibles en las instalaciones de la Diputación y de los Municipios de la provincia.

En esta misma línea, el Ente Regional de la Energía de la Junta de Castilla y León edita y distribuye información sobre optimización de prácticas energéticas en diversos sectores industriales y de servicios a través de *Planes de Asistencia Energética* o bien mediante la difusión general que alcanza la revista "*Estadística energética de Castilla y León*" o monografías dedicadas a "*Las energías renovables en Castilla y León*" y "*Energía en Castilla y León*".

Otras medidas relevantes, esta vez en el ámbito de Cataluña, son la obtención de medidas de concentración de fondo de CO<sub>2</sub> en Cataluña, cuya finalidad principal consiste en la toma de muestras para la creación de una base de datos de CO<sub>2</sub> atmosférico. También en Cataluña se ha creado la Red temática de cambio climático en Cataluña. El objetivo central de esta Red consiste en la creación e un espacio para el intercambio de información y el fomento de la investigación multidisciplinar. Así, los diferentes grupos que conforman la red llevan a cabo estudios relacionados con temas tales como: influencia del cambio climático en enfermedades respiratorias, escenarios mundiales de emisiones de CO<sub>2</sub>, impactos socioeconómicos del cambio climático en Cataluña, etc.

Finalmente son muchas la CCAA y los EELL interesados en poner en marcha programas de implantación de la Agenda 21.

### Información a través de internet

La red internet se está empleando de forma progresivamente más intensa como medio de comunicación para difundir información sobre contaminación atmosférica y cambio climático. Numerosas instituciones públicas que cuentan con redes de control de la contaminación atmosférica permiten ya su consulta a tiempo real a través de internet.

Algunas administraciones locales, como por ejemplo los Ayuntamientos de Madrid, Barcelona, Zaragoza o Valladolid, tienen en internet información sobre la contaminación atmosférica en sus ciudades.

Precisamente, una de las páginas más completas e interesantes sobre los problemas de la energía y su relación con el medio ambiente es la del Ayuntamiento de Barcelona.

En la dirección [www.bcn.es/mediambient/cat/energia/calcul\\_conta.htm](http://www.bcn.es/mediambient/cat/energia/calcul_conta.htm) los usuarios podrán utilizar un programa que proporciona información para la instalación de energía solar térmica en los hogares. Proporcionando los datos sobre orientación del edificio, inclinación que tendrían los captadores y número de personas que habitan la vivienda, el programa facilita:

- Características de la instalación adecuada (metros cuadrados de captadores y tamaño del acumulador).
- Precio aproximado de la instalación.
- Precio aproximado con subvenciones.
- Porcentaje de la demanda de agua caliente que cubriría la instalación.
- Producción del sistema en Kwh/año.
- Precio del Kw de energía solar obtenido.
- Beneficio ambiental (Kg de CO<sub>2</sub> que se evita emitir a la atmósfera a lo largo de la vida útil de la instalación y que se habrían producido quemando gas natural).

En la dirección [http://www.mediambient.bcn.es/cas/web/cont\\_bcn\\_energia\\_presen.htm](http://www.mediambient.bcn.es/cas/web/cont_bcn_energia_presen.htm) se presentan datos sobre la producción energética de las placas fotovoltaicas instaladas en los tejados del edificio del Ayuntamiento y las toneladas de CO<sub>2</sub> que han dejado de emitirse gracias a esta iniciativa. Recordemos que Barcelona cuenta con una ordenanza municipal que promueve la instalación de placas solares en los edificios de la ciudad.

### *El cambio climático y la energía en los equipamientos para la educación ambiental*

Finalmente, a continuación se apuntan algunos equipamientos para la educación ambiental que desarrollan programas educativos sobre eficiencia energética y energías renovables.

- Centro Educativo de Medio Ambiente Los Molinos. Promotor: Caja de Ahorros del Mediterráneo. Médico Lledo, 7 – Crevillente. Tel: 965 90 57 85 – Correo E: [losmolinos@obs.cam.es](mailto:losmolinos@obs.cam.es) – Web: [www.cam.es](http://www.cam.es). Desarrolla programas y talleres educativos sobre ecoenergías.
- Camp d'Aprenentatge Can Santoi. Avda. Montserrat s/n La Rierada. Molins de Rei. Tel: 93 668 28 81. Desarrolla actividades sobre estrategias para la reducción del consumo y el funcionamiento de la energía solar térmica y fotovoltaica.
- Mas Lluerna, Centre d'Ecolocultura Rural Els Pedregals s/n – La Sentiu de Sio Tel: 973 29 20 12 – Correo E: [ridolluna@terra.es](mailto:ridolluna@terra.es). Desarrolla talleres educativos sobre energías renovables.

## **CONCLUSIONES**

Como puede apreciarse en esta rápida panorámica sobre las iniciativas orientadas a la información, sensibilización, educación y formación con relación al cambio climático, desde el punto de vista cualitativo el conjunto de actividades que se está desarrollando en España es muy amplio. Sin embargo su grado de generalización es aún escaso. En todo caso, se aprecia

un progresivo incremento del número y la calidad de las iniciativas. En conclusión, contamos con experiencias y ejemplos de calidad que constituyen excelentes modelos para un mayor desarrollo.



## APENDICE A: Cuadros de resumen de las emisiones de gases de efecto invernadero

Tabla A1: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1990.

AÑO 1990

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>196.804,96</b>	<b>1.654,25</b>	<b>133,02</b>	<b>2.893,64</b>	<b>828,41</b>	<b>77,77</b>	<b>276.579,93</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>226.057,18</b>	<b>1.654,25</b>	<b>133,02</b>	<b>2.893,64</b>	<b>828,41</b>	<b>77,77</b>	<b>305.832,15</b>
<b>1. Energía</b>	<b>207.209,43</b>	<b>215,30</b>	<b>13,88</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>216.035,06</b>
A. Actividades de combustión	205.673,48	57,68	13,79	0,00	0,00	0,00	211.159,99
1. Industrias del sector energético	74.783,10	1,93	2,89				75.718,62
2. Industrias manufactureras y de la construcción	48.816,74	5,67	5,85				50.750,30
3. Transporte	58.003,60	10,41	2,75				59.075,90
4. Otros sectores	24.070,04	39,67	2,30				25.615,17
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.535,95	157,62	0,09				4.875,07
1. Combustibles sólidos	0,00	107,62	0,00				2.260,08
2. Petróleo y gas natural	1.535,95	50,00	0,09				2.614,99
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>16.667,17</b>	<b>3,02</b>	<b>9,34</b>	<b>2.893,64</b>	<b>828,41</b>	<b>77,77</b>	<b>23.426,05</b>
A. Productos minerales	14.288,79	0,00	0,00				14.288,79
B. Industria química	628,18	1,68	9,30	0,00	0,00	0,00	3.547,68
C. Producción metalúrgica	1.750,20	1,34	0,04		828,41	0,00	2.618,17
D. Otras industrias	0,00	0,00	0,00				0,00
E. Producción de hidrocarburos y SF6				2.893,64	0,00	0,00	2.893,64
F. Consumo de hidrocarburos y SF6				0,00	0,00	77,77	77,77
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.188,15</b>		<b>1,18</b>				<b>1.553,95</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>939,81</b>	<b>108,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>53.240,53</b>
A. Fermentación entérica		589,36	0,00				12.376,48
B. Gestión del estiércol		334,96	49,01				22.228,38
C. Cultivo de arroz		10,85	0,78				469,59
D. Suelos agrícolas		0,00	58,17				18.034,19
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		4,65	0,11				131,88
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>992,43</b>	<b>496,12</b>	<b>0,53</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>11.576,56</b>
A. Depósito en vertederos	263,22	412,19	0,06				8.937,77
B. Tratamiento de aguas residuales		43,86	0,00				921,15
C. Incineración de residuos	729,21	14,89	0,47				1.188,94
D. Otros	0,00	25,18	0,00				528,71
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	14.940,40	0,60	0,41				15.078,55
Transporte aéreo	3.160,68	0,05	0,10				3.192,74
Transporte marítimo	11.779,72	0,55	0,30				11.885,81
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.934,32	0,00	0,00				13.934,32

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A2: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1991.

AÑO 1991

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>204.005,17</b>	<b>1.680,54</b>	<b>130,68</b>	<b>2.574,47</b>	<b>787,14</b>	<b>83,58</b>	<b>283.251,06</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>233.257,40</b>	<b>1.680,54</b>	<b>130,68</b>	<b>2.574,47</b>	<b>787,14</b>	<b>83,58</b>	<b>312.503,29</b>
<b>1. Energía</b>	<b>214.902,62</b>	<b>217,23</b>	<b>14,49</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>223.956,91</b>
A. Actividades de combustión	213.403,87	60,78	14,39	0,00	0,00	0,00	219.142,14
1. Industrias del sector energético	75.028,26	1,97	3,02				76.004,37
2. Industrias manufactureras y de la construcción	50.037,52	5,90	5,92				51.996,58
3. Transporte	60.803,61	11,16	2,91				61.939,71
4. Otros sectores	27.534,48	41,75	2,55				29.201,49
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.498,75	156,46	0,10				4.814,77
1. Combustibles sólidos	0,00	101,19	0,00				2.124,90
2. Petróleo y gas natural	1.498,75	55,27	0,10				2.689,87
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>16.123,15</b>	<b>3,02</b>	<b>8,37</b>	<b>2.574,47</b>	<b>787,14</b>	<b>83,58</b>	<b>22.227,27</b>
A. Productos minerales	13.755,59	0,00	0,00				13.755,59
B. Industria química	691,62	1,71	8,34	0,00	0,00	0,00	3.311,72
C. Producción metalúrgica	1.675,94	1,31	0,04		787,14	0,00	2.501,91
D. Otras industrias	0,00	0,00	0,00				0,00
E. Producción de halocarburos y SF6				2.574,47	0,00	0,00	2.574,47
F. Consumo de halocarburos y SF6				0,00	0,00	83,58	83,58
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.205,33</b>		<b>1,20</b>				<b>1.577,33</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>938,13</b>	<b>106,10</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>52.590,41</b>
A. Fermentación entérica		577,23	0,00				12.121,73
B. Gestión del estiércol		344,85	47,62				22.005,47
C. Cultivo de arroz		11,25	0,79				482,37
D. Suelos agrícolas		0,00	57,56				17.844,45
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		4,82	0,11				136,38
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>1.026,29</b>	<b>522,16</b>	<b>0,52</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>12.151,37</b>
A. Depósito en vertederos	321,25	440,11	0,07				9.586,11
B. Tratamiento de aguas residuales		45,18	0,00				948,85
C. Incineración de residuos	705,04	13,85	0,44				1.133,09
D. Otros	0,00	23,02	0,00				483,33
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	15.669,27	0,64	0,42				15.814,04
Transporte aéreo	3.173,13	0,05	0,10				3.205,35
Transporte marítimo	12.496,14	0,60	0,32				12.608,69
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.872,64	0,00	0,00				13.872,64

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A3: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1992.

**AÑO 1992**

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>213.023,17</b>	<b>1.722,92</b>	<b>127,81</b>	<b>2.869,31</b>	<b>781,85</b>	<b>85,94</b>	<b>292.562,49</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>242.275,39</b>	<b>1.722,92</b>	<b>127,81</b>	<b>2.869,31</b>	<b>781,85</b>	<b>85,94</b>	<b>321.814,71</b>
<b>1. Energía</b>	<b>225.326,45</b>	<b>221,87</b>	<b>15,24</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>234.709,16</b>
A. Actividades de combustión	223.784,64	62,41	15,13	0,00	0,00	0,00	229.785,43
1. Industrias del sector energético	83.032,83	1,96	3,64				84.203,33
2. Industrias manufactureras y de la construcción	49.176,23	5,59	5,78				51.085,15
3. Transporte	64.694,67	12,42	3,12				65.921,91
4. Otros sectores	26.880,92	42,44	2,59				28.575,04
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.541,81	159,46	0,11				4.923,73
1. Combustibles sólidos	0,00	101,14	0,00				2.123,86
2. Petróleo y gas natural	1.541,81	58,32	0,11				2.799,87
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>14.670,67</b>	<b>3,12</b>	<b>7,13</b>	<b>2.869,31</b>	<b>781,85</b>	<b>85,94</b>	<b>20.683,02</b>
A. Productos minerales	12.541,75	0,00	0,00				12.541,75
B. Industria química	604,78	1,94	7,09	0,00	0,00	0,00	2.843,95
C. Producción metalúrgica	1.523,23	1,18	0,04		781,85	0,00	2.341,17
D. Otras industrias	0,91	0,00	0,00				0,91
E. Producción de halocarburos y SF6				2.869,31	0,00	0,00	2.869,31
F. Consumo de halocarburos y SF6				0,00	0,00	85,94	85,94
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.172,86</b>		<b>1,28</b>				<b>1.568,11</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>951,09</b>	<b>103,61</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>52.093,11</b>
A. Fermentación entérica		579,55	0,00				12.170,59
B. Gestión del estiércol		357,74	48,96				22.690,78
C. Cultivo de arroz		10,28	0,71				435,49
D. Suelos agrícolas		0,00	53,86				16.696,68
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		3,52	0,08				99,56
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>1.105,41</b>	<b>546,84</b>	<b>0,56</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>12.761,31</b>
A. Depósito en vertederos	369,33	463,18	0,08				10.122,06
B. Tratamiento de aguas residuales		45,66	0,00				958,91
C. Incineración de residuos	736,08	14,32	0,47				1.183,16
D. Otros	0,00	23,68	0,00				497,18
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	16.211,28	0,65	0,44				16.361,36
Transporte aéreo	3.556,64	0,05	0,11				3.592,75
Transporte marítimo	12.654,64	0,59	0,33				12.768,60
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.589,60	0,00	0,00				13.589,60

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A4: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1993.

AÑO 1993

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>200.262,61</b>	<b>1.748,98</b>	<b>119,90</b>	<b>2.258,39</b>	<b>793,76</b>	<b>89,63</b>	<b>277.301,57</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>229.514,84</b>	<b>1.748,98</b>	<b>119,90</b>	<b>2.258,39</b>	<b>793,76</b>	<b>89,63</b>	<b>306.553,79</b>
<b>1. Energía</b>	<b>213.254,09</b>	<b>211,54</b>	<b>14,24</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>222.111,57</b>
A. Actividades de combustión	211.498,58	58,35	14,12	0,00	0,00	0,00	217.102,27
1. Industrias del sector energético	77.113,81	1,91	2,84				78.034,31
2. Industrias manufactureras y de la construcción	47.360,80	5,53	5,57				49.202,93
3. Transporte	61.161,17	11,36	3,24				62.404,15
4. Otros sectores	25.862,81	39,55	2,48				27.460,87
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.755,50	153,19	0,12				5.009,30
1. Combustibles sólidos	0,00	96,74	0,00				2.031,51
2. Petróleo y gas natural	1.755,50	56,45	0,12				2.977,79
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>13.976,14</b>	<b>3,29</b>	<b>5,90</b>	<b>2.258,39</b>	<b>793,76</b>	<b>89,63</b>	<b>19.017,47</b>
A. Productos minerales	11.878,39	0,00	0,00				11.878,39
B. Industria química	450,89	2,05	5,87	0,00	0,00	0,00	2.312,74
C. Producción metalúrgica	1.646,06	1,24	0,04		793,76	0,00	2.477,53
D. Otras industrias	0,80	0,00	0,00				0,80
E. Producción de halocarburos y SF6				2.258,10	0,00	0,00	2.258,10
F. Consumo de halocarburos y SF6				0,29	0,00	89,63	89,92
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.080,21</b>		<b>1,31</b>				<b>1.486,31</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>947,62</b>	<b>97,91</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>50.253,43</b>
A. Fermentación entérica		591,16	0,00				12.414,42
B. Gestión del estiércol		346,08	50,83				23.023,45
C. Cultivo de arroz		5,74	0,38				237,28
D. Suelos agrícolas		0,00	46,60				14.447,18
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		4,64	0,11				131,10
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>1.204,40</b>	<b>586,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13.685,01</b>
A. Depósito en vertederos	356,88	501,07	0,08				10.904,51
B. Tratamiento de aguas residuales		46,71	0,00				980,85
C. Incineración de residuos	847,52	13,29	0,45				1.264,99
D. Otros	0,00	25,46	0,00				534,66
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	17.563,16	0,60	0,49				17.727,90
Transporte aéreo	6.484,01	0,05	0,21				6.548,92
Transporte marítimo	11.079,15	0,55	0,28				11.178,97
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.439,55	0,00	0,00				13.439,55

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A5: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1994.

**AÑO 1994**

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>213.027,19</b>	<b>1.795,98</b>	<b>127,08</b>	<b>3.885,26</b>	<b>785,15</b>	<b>98,13</b>	<b>294.906,78</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>242.279,41</b>	<b>1.795,98</b>	<b>127,08</b>	<b>3.885,26</b>	<b>785,15</b>	<b>98,13</b>	<b>324.159,00</b>
<b>1. Energía</b>	<b>223.961,13</b>	<b>211,31</b>	<b>15,74</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>233.279,03</b>
A. Actividades de combustión	222.031,09	57,92	15,61	0,00	0,00	0,00	228.087,15
1. Industrias del sector energético	78.029,04	1,97	3,00				78.999,22
2. Industrias manufactureras y de la construcción	51.309,94	5,64	6,28				53.376,47
3. Transporte	65.755,83	12,11	3,75				67.173,50
4. Otros sectores	26.936,29	38,20	2,58				28.537,97
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.930,03	153,39	0,13				5.191,88
1. Combustibles sólidos	0,00	92,06	0,00				1.933,34
2. Petróleo y gas natural	1.930,03	61,33	0,13				3.258,54
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>16.139,42</b>	<b>3,54</b>	<b>7,03</b>	<b>3.885,26</b>	<b>785,15</b>	<b>98,13</b>	<b>23.161,70</b>
A. Productos minerales	13.834,76	0,00	0,00				13.834,76
B. Industria química	571,51	2,22	6,99	0,00	0,00	0,00	2.785,33
C. Producción metalúrgica	1.732,16	1,32	0,04		785,15	0,00	2.557,22
D. Otras industrias	1,00	0,00	0,00				1,00
E. Producción de halocarburos y SF6				3.884,40	0,00	0,00	3.884,40
F. Consumo de halocarburos y SF6				0,86	0,00	98,13	98,99
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.116,59</b>		<b>1,35</b>				<b>1.535,09</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>952,52</b>	<b>102,45</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>51.762,09</b>
A. Fermentación entérica		578,33	0,00				12.144,84
B. Gestión del estiércol		362,36	48,26				22.570,41
C. Cultivo de arroz		8,00	0,59				352,18
D. Suelos agrícolas		0,00	53,50				16.586,09
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		3,84	0,09				108,57
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>1.062,27</b>	<b>628,62</b>	<b>0,51</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>14.421,09</b>
A. Depósito en vertederos	289,12	538,63	0,07				11.620,71
B. Tratamiento de aguas residuales		49,17	0,00				1.032,58
C. Incineración de residuos	773,15	13,23	0,44				1.188,52
D. Otros	0,00	27,59	0,00				579,29
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	15.896,16	0,56	0,44				16.045,45
Transporte aéreo	5.869,45	0,06	0,19				5.928,40
Transporte marítimo	10.026,71	0,51	0,26				10.117,06
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.301,86	0,00	0,00				13.301,86

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A6: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1995.

AÑO 1995

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>223.705,36</b>	<b>1.843,06</b>	<b>124,43</b>	<b>5.595,48</b>	<b>790,37</b>	<b>118,42</b>	<b>307.486,72</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>252.957,59</b>	<b>1.843,06</b>	<b>124,43</b>	<b>5.595,48</b>	<b>790,37</b>	<b>118,42</b>	<b>336.738,94</b>
<b>1. Energía</b>	<b>234.174,92</b>	<b>218,08</b>	<b>16,90</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>243.992,45</b>
A. Actividades de combustión	232.254,02	53,12	16,76	0,00	0,00	0,00	238.563,95
1. Industrias del sector energético	83.568,34	1,80	3,34				84.642,35
2. Industrias manufactureras y de la construcción	55.333,22	5,15	6,69				57.514,03
3. Transporte	66.747,32	10,66	4,11				68.245,22
4. Otros sectores	26.605,14	35,51	2,62				28.162,35
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.920,90	164,96	0,14				5.428,51
1. Combustibles sólidos	0,00	93,37	0,00				1.960,87
2. Petróleo y gas natural	1.920,90	71,59	0,14				3.467,64
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>17.171,08</b>	<b>3,20</b>	<b>7,43</b>	<b>5.595,48</b>	<b>790,37</b>	<b>118,42</b>	<b>26.044,96</b>
A. Productos minerales	14.809,16	0,00	0,00				14.809,16
B. Industria química	583,88	2,10	7,38	0,00	0,00	0,00	2.916,98
C. Producción metalúrgica	1.776,47	1,10	0,04		790,02	0,00	2.603,00
D. Otras industrias	1,57	0,00	0,00				1,57
E. Producción de halocarburos y SF6				5.587,92	0,00	0,00	5.587,92
F. Consumo de halocarburos y SF6				7,56	0,35	118,42	126,33
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.160,08</b>		<b>1,38</b>				<b>1.587,88</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>956,17</b>	<b>98,28</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>50.546,00</b>
A. Fermentación entérica		575,34	0,00				12.082,12
B. Gestión del estiércol		371,51	46,86				22.327,18
C. Cultivo de arroz		6,53	0,46				279,33
D. Suelos agrícolas		0,00	50,90				15.778,31
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		2,78	0,07				79,06
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>451,51</b>	<b>665,61</b>	<b>0,45</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>14.567,64</b>
A. Depósito en vertederos	120,35	573,12	0,03				12.164,33
B. Tratamiento de aguas residuales		50,47	0,00				1.059,79
C. Incineración de residuos	331,16	11,94	0,42				711,70
D. Otros	0,00	30,09	0,00				631,83
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	16.507,09	0,57	0,46				16.662,28
Transporte aéreo	6.210,93	0,06	0,20				6.273,37
Transporte marítimo	10.296,16	0,51	0,26				10.388,92
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.088,07	0,00	0,00				13.088,07

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2	CO2	CO2 neto	CH4	N2O	Emisiones totales
	emisiones	sumideros	emisiones / captaciones			
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A7: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1996.

**AÑO 1996**

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>211.595,45</b>	<b>1.938,11</b>	<b>139,47</b>	<b>6.411,73</b>	<b>758,93</b>	<b>127,00</b>	<b>302.828,18</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>240.847,67</b>	<b>1.938,11</b>	<b>139,47</b>	<b>6.411,73</b>	<b>758,93</b>	<b>127,00</b>	<b>332.080,40</b>
<b>1. Energía</b>	<b>222.167,85</b>	<b>224,44</b>	<b>16,14</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>231.885,18</b>
A. Actividades de combustión	220.255,34	53,38	16,00	0,00	0,00	0,00	226.337,47
1. Industrias del sector energético	71.306,87	1,72	3,06				72.290,81
2. Industrias manufactureras y de la construcción	49.439,56	4,66	5,62				51.280,65
3. Transporte	71.874,04	11,87	4,65				73.566,15
4. Otros sectores	27.634,88	35,13	2,67				29.199,86
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.912,51	171,06	0,14				5.547,71
1. Combustibles sólidos	0,00	89,58	0,00				1.881,12
2. Petróleo y gas natural	1.912,51	81,48	0,14				3.666,59
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>16.834,63</b>	<b>3,16</b>	<b>7,91</b>	<b>6.411,73</b>	<b>758,93</b>	<b>127,00</b>	<b>26.651,71</b>
A. Productos minerales	14.482,14	0,00	0,00				14.482,14
B. Industria química	597,04	2,15	7,87	0,00	0,00	0,00	3.082,76
C. Producción metalúrgica	1.753,82	1,02	0,04		754,05	0,00	2.541,55
D. Otras industrias	1,63	0,00	0,00				1,63
E. Producción de halocarburos y SF6				6.156,07	0,00	0,00	6.156,07
F. Consumo de halocarburos y SF6				255,66	4,89	127,00	387,55
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.249,92</b>		<b>1,40</b>				<b>1.683,92</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>999,47</b>	<b>113,51</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>56.175,67</b>
A. Fermentación entérica		620,16	0,00				13.023,42
B. Gestión del estiércol		361,16	51,24				23.469,86
C. Cultivo de arroz		12,61	1,05				589,61
D. Suelos agrícolas		0,00	61,08				18.935,74
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		5,54	0,13				157,04
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>595,27</b>	<b>711,03</b>	<b>0,51</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>15.683,93</b>
A. Depósito en vertederos	80,94	611,66	0,02				12.931,43
B. Tratamiento de aguas residuales		51,28	0,00				1.076,80
C. Incineración de residuos	514,32	13,58	0,49				950,88
D. Otros	0,00	34,52	0,00				724,82
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	21.583,40	0,80	0,60				21.784,69
Transporte aéreo	6.554,43	0,07	0,21				6.620,33
Transporte marítimo	15.028,97	0,74	0,39				15.164,36
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	12.947,83	0,00	0,00				12.947,83

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A8: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1997.

AÑO 1997

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>228.460,31</b>	<b>2.027,63</b>	<b>131,90</b>	<b>6.922,75</b>	<b>784,32</b>	<b>150,71</b>	<b>319.787,97</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>257.712,53</b>	<b>2.027,63</b>	<b>131,90</b>	<b>6.922,75</b>	<b>784,32</b>	<b>150,71</b>	<b>349.040,19</b>
<b>1. Energía</b>	<b>238.035,87</b>	<b>251,29</b>	<b>17,13</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>248.623,46</b>
A. Actividades de combustión	236.250,19	52,88	17,00	0,00	0,00	0,00	242.630,90
1. Industrias del sector energético	81.832,35	1,85	3,14				82.844,78
2. Industrias manufactureras y de la construcción	54.697,92	4,72	6,08				56.681,80
3. Transporte	72.175,66	11,22	5,10				73.991,18
4. Otros sectores	27.544,26	35,08	2,68				29.113,14
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.785,68	198,41	0,13				5.992,56
1. Combustibles sólidos	0,00	91,95	0,00				1.930,88
2. Petróleo y gas natural	1.785,68	106,47	0,13				4.061,69
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>17.652,90</b>	<b>3,37</b>	<b>7,50</b>	<b>6.922,75</b>	<b>784,32</b>	<b>150,71</b>	<b>27.906,24</b>
A. Productos minerales	15.297,70	0,00	0,00				15.297,70
B. Industria química	620,56	2,26	7,45	0,00	0,00	0,00	2.977,73
C. Producción metalúrgica	1.733,00	1,12	0,05		772,97	0,00	2.544,35
D. Otras industrias	1,64	0,00	0,00				1,64
E. Producción de halocarburos y SF6				6.240,09	0,00	0,00	6.240,09
F. Consumo de halocarburos y SF6				682,67	11,35	150,71	844,74
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.301,76</b>		<b>1,50</b>				<b>1.766,76</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>1.016,36</b>	<b>105,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>53.961,91</b>
A. Fermentación entérica		623,96	0,00				13.103,25
B. Gestión del estiércol		374,24	48,77				22.977,32
C. Cultivo de arroz		13,63	1,01				599,50
D. Suelos agrícolas		0,00	55,33				17.152,77
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		4,54	0,11				129,06
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>722,00</b>	<b>756,60</b>	<b>0,55</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>16.781,82</b>
A. Depósito en vertederos	65,42	654,69	0,01				13.818,47
B. Tratamiento de aguas residuales		53,60	0,00				1.125,63
C. Incineración de residuos	656,58	14,08	0,54				1.118,80
D. Otros	0,00	34,23	0,00				718,92
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	25.599,99	0,97	0,70				25.837,93
Transporte aéreo	7.068,17	0,07	0,22				7.139,17
Transporte marítimo	18.531,82	0,90	0,48				18.698,76
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.721,40	0,00	0,00				13.721,40

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
kilotoneladas equivalentes de CO2						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A9: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1998.

**AÑO 1998**

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>239.226,45</b>	<b>1.935,40</b>	<b>133,25</b>	<b>7.014,91</b>	<b>749,62</b>	<b>175,07</b>	<b>329.116,55</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>268.478,67</b>	<b>1.935,40</b>	<b>133,25</b>	<b>7.014,91</b>	<b>749,62</b>	<b>175,07</b>	<b>358.368,77</b>
<b>1. Energía</b>	<b>247.460,79</b>	<b>250,87</b>	<b>18,47</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>258.455,57</b>
A. Actividades de combustión	245.597,53	52,47	18,34	0,00	0,00	0,00	252.384,35
1. Industrias del sector energético	81.378,26	1,86	3,32				82.446,74
2. Industrias manufactureras y de la construcción	56.480,75	4,67	6,38				58.555,13
3. Transporte	79.636,58	11,49	5,97				81.728,77
4. Otros sectores	28.101,94	34,45	2,67				29.653,70
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.863,26	198,40	0,13				6.071,22
1. Combustibles sólidos	0,00	85,40	0,00				1.793,48
2. Petróleo y gas natural	1.863,26	112,99	0,13				4.277,74
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>18.886,08</b>	<b>3,53</b>	<b>7,05</b>	<b>7.014,91</b>	<b>749,62</b>	<b>175,07</b>	<b>29.083,94</b>
A. Productos minerales	16.502,44	0,00	0,00				16.502,44
B. Industria química	591,66	2,38	6,99	0,00	0,00	0,00	2.809,32
C. Producción metalúrgica	1.790,49	1,16	0,05		729,85	0,00	2.560,93
D. Otras industrias	1,49	0,00	0,00				1,49
E. Producción de halocarburos y SF6				5.497,82	0,00	0,00	5.497,82
F. Consumo de halocarburos y SF6				1.517,08	19,78	175,07	1.711,93
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.424,90</b>		<b>1,50</b>				<b>1.889,50</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>883,08</b>	<b>105,68</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>51.304,46</b>
A. Fermentación entérica		623,18	0,00				13.086,84
B. Gestión del estiércol		240,92	47,88				19.902,33
C. Cultivo de arroz		13,52	1,06				611,05
D. Suelos agrícolas		0,00	56,61				17.549,02
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		5,46	0,13				155,22
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>706,90</b>	<b>797,92</b>	<b>0,55</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>17.634,90</b>
A. Depósito en vertederos	58,62	693,47	0,01				14.625,65
B. Tratamiento de aguas residuales		54,83	0,00				1.151,36
C. Incineración de residuos	648,28	13,71	0,54				1.103,68
D. Otros	0,00	35,91	0,00				754,20
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	27.023,85	1,06	0,74				27.275,09
Transporte aéreo	7.477,63	0,07	0,24				7.552,73
Transporte marítimo	19.546,22	0,99	0,50				19.722,35
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	13.984,77	0,00	0,00				13.984,77

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>	<b>kilotoneladas equivalentes de CO2</b>					
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

Tabla A10: Emisiones de gases de efecto invernadero en España durante el año 1999.

AÑO 1999

GASES DE EFECTO INVERNADERO CATEGORIAS	CO2	CH4	N2O	HFCs	PFCs	SF6	Total
	kilotoneladas			kilotoneladas equivalentes de CO2			
<b>Total (Emisión Neta)</b>	<b>251.806,90</b>	<b>2.145,14</b>	<b>142,00</b>	<b>9.146,08</b>	<b>695,53</b>	<b>224,54</b>	<b>350.940,28</b>
<b>Total (Emisión Bruta)</b>	<b>281.059,12</b>	<b>2.145,14</b>	<b>142,00</b>	<b>9.146,08</b>	<b>695,53</b>	<b>224,54</b>	<b>380.192,50</b>
<b>1. Energía</b>	<b>258.609,98</b>	<b>266,73</b>	<b>19,52</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>270.261,70</b>
A. Actividades de combustión	256.801,43	50,26	19,38	0,00	0,00	0,00	263.863,91
1. Industrias del sector energético	88.575,94	1,84	3,90				89.823,25
2. Industrias manufactureras y de la construcción	54.798,11	4,56	5,98				56.747,52
3. Transporte	83.921,87	10,84	6,72				86.231,80
4. Otros sectores	29.505,51	33,03	2,78				31.061,34
5. Otros	0,00	0,00	0,00				0,00
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.808,55	216,47	0,14				6.397,79
1. Combustibles sólidos	0,00	86,77	0,00				1.822,11
2. Petróleo y gas natural	1.808,55	129,70	0,14				4.575,68
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>20.296,60</b>	<b>3,55</b>	<b>7,63</b>	<b>9.146,08</b>	<b>695,53</b>	<b>224,54</b>	<b>32.801,63</b>
A. Productos minerales	17.928,17	0,00	0,00				17.928,17
B. Industria química	568,19	2,43	7,57	0,00	0,00	0,00	2.966,86
C. Producción metalúrgica	1.799,18	1,13	0,05		665,68	0,00	2.505,08
D. Otras industrias	1,06	0,00	0,00				1,06
E. Producción de halocarburos y SF6				6.576,55	0,00	0,00	6.576,55
F. Consumo de halocarburos y SF6				2.569,52	29,85	224,54	2.823,91
G. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3. Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1.491,01</b>		<b>1,45</b>				<b>1.940,51</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,00</b>	<b>1.040,10</b>	<b>112,85</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>56.826,24</b>
A. Fermentación entérica		638,02	0,00				13.398,43
B. Gestión del estiércol		384,34	52,08				24.217,09
C. Cultivo de arroz		13,45	1,07				615,51
D. Suelos agrícolas		0,00	59,59				18.473,69
E. Quemadas planificadas de sabanas		0,00	0,00				0,00
F. Quema en campo de residuos agrícolas		4,29	0,10				121,52
G. Otros		0,00	0,00				0,00
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura (*)</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>				<b>-29.252,22</b>
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>661,53</b>	<b>834,75</b>	<b>0,55</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>18.362,43</b>
A. Depósito en vertederos	52,76	727,23	0,01				15.328,31
B. Tratamiento de aguas residuales		55,14	0,00				1.158,01
C. Incineración de residuos	608,77	13,71	0,54				1.064,10
D. Otros	0,00	38,67	0,00				812,01
<b>7. Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Items pro-memoria:</b>							
Transporte internacional	26.819,91	1,05	0,74				27.069,81
Transporte aéreo	7.746,02	0,09	0,25				7.824,05
Transporte marítimo	19.073,89	0,96	0,49				19.245,76
Operaciones multilaterales	0,00	0,00					0,00
CO2 procedente de la combustión de biomasa	14.226,47	0,00	0,00				14.226,47

5. Cambio de uso del suelo y silvicultura	CO2 emisiones	CO2 sumideros	CO2 neto emisiones / captaciones	CH4	N2O	Emisiones totales
	kilotoneladas equivalentes de CO2					
<b>Desglose por subgrupos de actividad</b>						
A. Cambios en los stocks de bosques y de otra biomasa leñosa	0,00	-29.252,22	-29.252,22			-29.252,22
B. Reconversión de bosques y pastizales	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
C. Abandono de tierras cultivadas	0,00	0,00	0,00			0,00
D. Emisiones / captaciones de CO2 en suelos	0,00	0,00	0,00			0,00
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>-29.252,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-29.252,22</b>

## APENDICE B: Observación Sistemática

### Observaciones Meteorológicas y Atmosféricas

El principal organismo encargado de llevar a cabo observaciones Meteorológicas y Atmosféricas en España es el Instituto Nacional de Meteorología. Los centros territoriales y autonómicos disponen también de sus redes propias de recogida y análisis de datos.

Además de la información recogida en la tabla B1 y tablas S1 a S6, el INM gestiona la aportación nacional al sistema de observación meteorológica y de la atmósfera, a nivel de la superficie terrestre y en altura, por medio de satélites (véase apartado *Observaciones desde el espacio*).

Tabla B1: Participación en los Sistemas Mundiales de Observación Atmosférica.

	ROSS	ROAS	VAG	Otros
¿Cuántas estaciones tiene a su cargo la Parte?	70	7 **	1 (M) + 4 (R)	
¿Cuántas estaciones están actualmente en funcionamiento?	70	7	1 (M) + 4 (R)	
¿Cuántas de estas estaciones funcionan de conformidad con las normas del SMOC?	70	7	1 (M) + 4 (R)	
¿Cuántas se prevé que estarán en funcionamiento en 2005?	70	7	1 (M) + 4 (R)	
¿Cuántas estaciones facilitan datos a centros internacionales de datos en la actualidad?	41 *	7 *	1 (M) + 4 (R)	

SMOC = Sistema Mundial de Observación del Clima  
 ROSS = Red de Observaciones en Superficie del SMOC  
 ROAS = Red de Observaciones en Altitud  
 VAG = Vigilancia de la Atmósfera Global de la OMM

\* Difunden CLIMAT / CLIMAT TEMP M (mundial)/R(regional)  
 \*\* Pueden quedar reducidas a 4 en 2005

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S1: SMOC Observaciones Meteorológicas a Nivel del Suelo.

Sistemas	Parámetros climáticos	# Total estaciones	Adecuada para caracterización Nacional del Clima?			Series Temporales # estaciones/plataformas			Control de Calidad			Metadatos disponibles # Estaciones (% digitalizado)	Continuidad Operación esperada 2005
			SI	Parcial	NO	30-50a	50-100a	>100a	Total	Parcial	NO		
Estaciones útiles para monitorizar Clima Nacional	Temperatura	70	X			46	20 (10) 34	4 (0) 20	X			50 (25%) 25%	45 70
	Precipitación	70	X			65	5		X			25%	70
	Viento	70	X			65	5		X			25%	70
	Insolación *	70	X			65	5		X			25%	70
Estaciones con difusión Internacional	**	41				36	5		X				41
Estaciones difundiendo CLIMAT	**	70				65	5		X				70
Estaciones Referencia	Temperatura	9	X			1	5	3	X			25%	9
	Precipitación	9	X			7	2		X			25%	9
	Viento *	9	X			7	2		X			25%	9

\* Visibilidad, Nubosidad, Evaporación, Humedad e Insolación

\*\* Temperatura, Precipitación, Presión, Insolación, Visibilidad, Evaporación, Humedad y Nubosidad

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S2: Datos Homogéneos Disponibles de Mediciones Meteorológicas a Nivel del Suelo.

Nombre	Parámetros climáticos	# Estaciones	Periodo de tiempo	Referencias
Serías Precipitación	Precipitación	50	1870-2000	Homogeneidad y Variabilidad de los Registros de Precipitación en España
Serías Temperaturas	Temperatura	34	1880-2000	Roturas de la Homogeneidad de las series Largas de Temperatura en España

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S3: SMOC Observaciones Meteorológicas por encima del Nivel del Suelo (Observaciones Meteorológicas en Altura).

Estaciones útiles para monitorizar Clima Nacional	# Total estaciones	Adecuada para caracterización Nacional del Clima?			Series Temporales # estaciones/plataformas				Control de Calidad			Metadatos disponibles # Estaciones (% digitalizado)	Continuidad Operación esperada 2005
		SI	Parcial	NO	5-10a	10-30a	30-50a	>50a	Total	Parcial	NO		
Estaciones Radiosondeo	7	X			2	1	3	1	X			NO	SI
Estaciones sólo Viento	-												
Estaciones con difusión Internacional	7				2	1	3	1	X				SI
Estaciones con difusión CLIMAT TEMP	7				2	1	3	1	X				SI
Estaciones ASAP	1												
Perfiladores													
Aeronaves (localizaciones en tierra)													
GPS													
Otros (ej. Satélite)													
<b>Total Red Altura</b>													

ASAP = Automated Shipboard Aerological Programme  
 Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S4: Datos Homogéneos Disponibles de Mediciones Meteorológicas en Altura.

Nombre	Parámetros climáticos	# Estaciones	Periodo de tiempo	Referencias
Radiación Visible	Radiación Solar	35	1996 (sistemático) 1975 (algunas estaciones)	W.R.D.C. E I.N.M.

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S5: SMOG Sistemas de Observación de Componentes Atmosféricos.

Componente	# Total estaciones	Adecuada para caracterización Nacional del Clima?			Series Temporales # estaciones/plataformas				Control de Calidad			Metadatos disponibles # Estaciones (% digitalizado)	Continuidad Operación esperada 2005
		SI	Parcial	NO	5-10a	10-30a	30-50a	>50a	Total	Parcial	NO		
Dióxido de Carbono													
Ozono (superficie)	4	X							X			4 (100%)	SI
Ozono (columna)	4	X				2			X			4 (100%)	SI
Ozono (perfil)	1											1 (100%)	SI
Vapor de Agua Atmosférico													
Otros gases de efecto invernadero (*)	4	X							X			4 (100%)	SI
Aerosoles (**)	4	X							X				
Otros													

NOTA: No está incluido en este cuadro el observatorio especial de Izaña cuya información se da en otro cuadro

(\*) SO<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub>

(\*\*) SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; H<sup>+</sup>

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S6: Datos Homogéneos Disponibles de Componentes Atmosféricos.

Nombre	Componente	# Estaciones	Periodo de tiempo	Referencias
	Dióxido de Carbono			
Ozono superficial y columnas	Ozono			NILV - WCUV-INM
SO <sub>2</sub> / NO <sub>2</sub>	Vapor de agua			
	Otros gases de efecto invernadero			WDCGG-INM
Aerosoles (**)				INM

NOTA: No está incluido en este cuadro el observatorio especial de Izaña cuya información se da en otro cuadro

(\*\*) SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; H<sup>+</sup>

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S5 (Observatorio de Izaña): SMOC Sistemas de Observación de Componentes Atmosféricos.

Componente	# Total estaciones	Adecuada para caracterización Nacional del Clima?			Series Temporales # estaciones/plataformas				Control de Calidad			Metadatos disponibles # Estaciones (% digitalizado)	Continuidad Operación esperada 2005
		SI	Parcial	NO	0-20a	20-30a	30-50a	>50a	Total	Parcial	NO		
Dióxido de Carbono	1				X				X			100%	SI
Ozono (superficie)	1				X				X			100%	SI
Ozono (columna)	1				X				X			100%	SI
Ozono (perfil)	1				X				X			100%	SI
Vapor de Agua Atmosférico													
Otros gases de efecto invernadero	1				CH <sub>4</sub>				X			100%	SI
Aerosoles													
Otros													

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S6 (Observatorio de Izaña): Datos Homogéneos Disponibles de Componentes Atmosféricos.

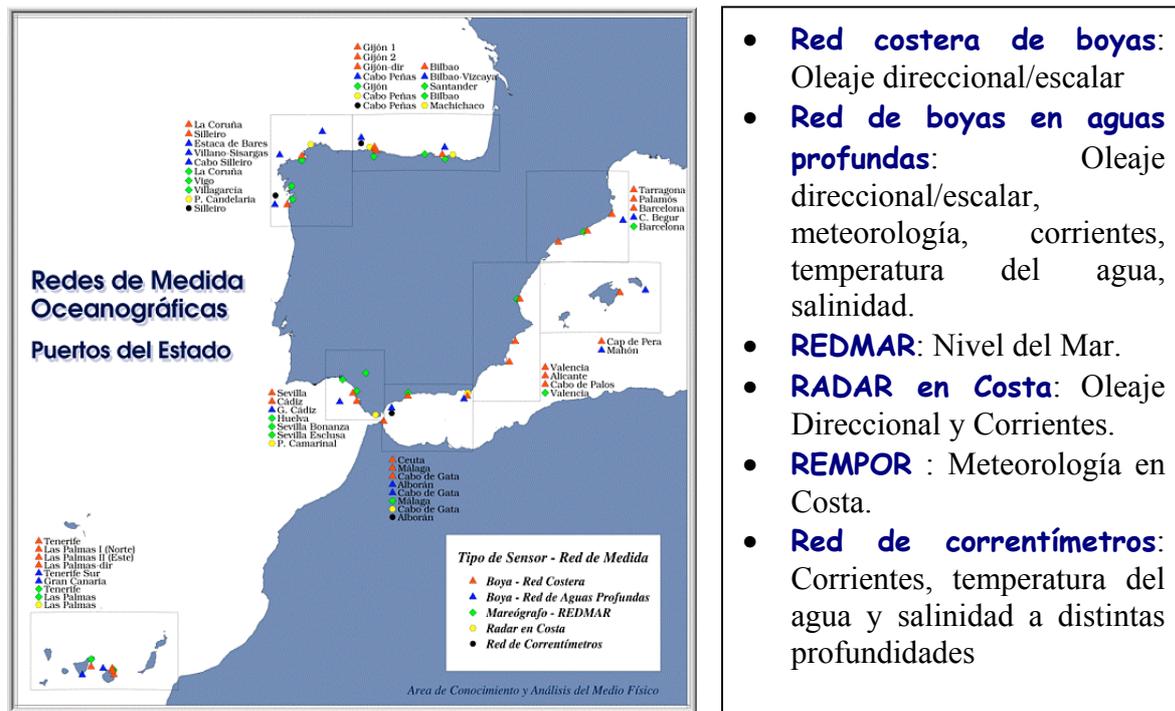
Nombre	Componente	# Estaciones	Periodo de tiempo	Referencias
	Dióxido de Carbono	Izaña	1984 - 2001	
	Ozono	Izaña	1987 - 2001	
	Vapor de agua			
	Otros gases de efecto invernadero	Izaña	CH <sub>4</sub> : 1984 - 2001	

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

### Observaciones Oceanográficas

Las observaciones oceanográficas son responsabilidad de los organismos Puertos del Estado (PE) e Instituto Español de Oceanografía (IEO).

Puertos del Estado opera seis redes diferentes a través del Área del Medio Físico:



- **Red costera de boyas:** Oleaje direccional/escalar
- **Red de boyas en aguas profundas:** Oleaje direccional/escalar, meteorología, corrientes, temperatura del agua, salinidad.
- **REDMAR:** Nivel del Mar.
- **RADAR en Costa:** Oleaje Direccional y Corrientes.
- **REMPOR :** Meteorología en Costa.
- **Red de correntímetros:** Corrientes, temperatura del agua y salinidad a distintas profundidades

Figura B1: Redes de Medida Oceanográficas  
Fuente: Puertos del Estado.

La red de boyas costera proporciona datos de oleaje en tiempo real en puntos de aguas poco profundas. Su objetivo es complementar las medidas de la red exterior en lugares de especial interés para las actividades portuarias o la validación de modelos de oleaje. Consta de boyas escalares Waverider (red REMRO) y de boyas direccionales Smart.

La Red de boyas de aguas profundas está formada por 9 boyas Seawatch y 3 Wavescan. Los instrumentos están ubicados en puntos con profundidades entre 200 y 800 metros y miden parámetros oceanográficos y meteorológicos. Los datos son transmitidos cada hora vía satélite y se encuentran disponibles a través de la página web de PE ([www.puertos.es](http://www.puertos.es)).

La REDMAR (Red de Mareógrafos de Puertos) está en funcionamiento desde Julio de 1992 y está constituida en la actualidad por estaciones de medida de nivel del mar situadas en 14 puertos de la geografía española.

La red de radares utiliza sensores localizados en seis puntos de la costa española que miden las características del oleaje direccional utilizando técnicas de teledetección en el rango de las microondas.

La Red de Meteorología Portuaria consta actualmente de 26 estaciones meteorológicas instaladas en 21 Autoridades Portuarias.

La red de correntímetros registra medidas oceanográficas (corrientes, temperatura y salinidad) que complementen y ayuden a interpretar las obtenidas por las boyas de la red exterior. Está formada por cadenas de correntímetros (modelo RCM7) que se ubican a profundidades predefinidas. No transmiten en tiempo real.

El IEO opera una red de medidas de nivel del mar compuesta por 12 mareógrafos desplegados en la Península Ibérica y los archipiélagos españoles desde 1947. Cuenta además con una red de perfiladores sub-superficiales de 39 instrumentos capaces de registrar temperatura, salinidad, nutrientes y fitoplancton, situados en la Península y Baleares desde 1991.

Tabla B2: Participación en los Sistemas Mundiales de Observación Oceanográfica.

	VOS	SOOP	Mareógrafos	SFC Corrientes de deriva superficial	SUB-SFC Flotadores sub-superficiales	Boyas ancladas	ASAP
¿Cuántas plataformas tiene a su cargo la Parte?			12 (IEO) 19 (PE)			19 (REMRO) 12 (EXT)	
¿Cuántas plataformas suministran datos a los centros internacionales de datos?			12 (IEO) 14 (PE)			0 (REMRO) 0 ((EXT)	
¿Cuántas se prevé que estarán en funcionamiento en 2005?			13 (IEO) 21 (PE)			10 - 15 (REMRO) 16 (EXT)	

VOS = Volunteer Observing Ship

SOOP = Ship of Opportunity Programme

ASAP = Automated Shipboard Aerological Programme

Fuente: Instituto Español de Oceanografía (IEO) y Puertos del Estado (PE)

REMRO = Boyas Costeras

EXT = Boyas en Aguas Profundas

Tabla S7: Sistema de Observación Oceanográfica.

Sistemas	# Total estaciones	Adecuada para caracterización Nacional del Clima?			Series Temporales # estaciones/plataformas			Control de Calidad			Metadatos disponibles # Estaciones (% digitalizado)	Continuidad Operación esperada 2005
		SI	Parcial	NO	30-50a	50-100a	>100a	Total	Parcial	NO		
Nivel del Mar (ej. Mareógrafos)	12 (IEO) 19 (PE)		X		X < 10a (100%)			X			100% (IEO) 14 (80%) (PE)	13 (IEO) 21 (PE)
SST (Temperatura Superficie Océano)	31 (PE)	X			<20a (100%)			X			31 (80%)	26 - 31
Obs. Meteorológicas (ej. Temp., Precip., Presión)												
Perfiles sub-superficiales	39 (IEO) 3 (PE)		X		<10 a (100%)			X (PE)	X (IEO)		50% (IEO) 80% (PE)	
Circulación Oceánica												
Flujos de Carbono												
Fujos de Energía												

Fuente: Instituto Español de Oceanografía (IEO) y Puertos del Estado (PE)

Tabla S8: Datos Homogéneos Disponibles de Mediciones Oceanográficas.

Nombre	Parámetros climáticos	Plataformas	Periodo de tiempo	Referencias
Series temporales de nivel del mar	Nivel del Mar	Península Ibérica Archipiélagos Españoles	desde 1947	Datos y resúmenes IEO
Secciones temporales	Temp., salinidad, nutrientes, fitoplancton	Península y Baleares	desde 1991	www.ieo.es
Elevaciones Instantáneas del Nivel del Mar	Oleaje	Península, Baleares, Canarias y Ceuta	< 20 años	Base de Datos, www.puertos.es
Sea Level Data (Puertos del Estado)	Nivel del Mar	Península Ibérica Archipiélagos Españoles	< 10 años	Base de Datos, www.puertos.es

Fuente: Instituto Español de Oceanografía (IEO) y Puertos del Estado (PE)

### Observaciones Terrestres

Además de la información contenida en la Tabla B3, en la actualidad en el Instituto Nacional de Meteorología (INM) opera la Red Nacional de Detección de Rayos, en funcionamiento desde 1992.

Tabla B3: Participación en los Sistemas Mundiales de Observación Terrestre.

	GTN-P	GTN-G	FLUXNET	Otros
¿Cuántas estaciones tiene a su cargo el Estado Parte?			1	
¿Cuántas estaciones están actualmente en funcionamiento?			1	
¿Cuántas estaciones facilitan datos a centros internacionales de datos en la actualidad?			1	
¿Cuántas estaciones se prevé que estarán en funcionamiento en 2005?			3	

GTN-P = Global Terrestrial Network - Permafrost  
 GTN-G = Global Terrestrial Network - Glaciers  
 FLUXNET = Global Terrestrial Network - Carbon  
 Fuente: Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)

Tabla S9: SMOC Sistemas de Observación Terrestre.

Estaciones útiles para monitorizar Clima Nacional	# Total estaciones	Adecuada para caracterización Nacional del Clima?			Series Temporales # estaciones/plataformas			Control de Calidad			Metadatos disponibles # Estaciones (% digitalizado)	Continuidad Operación esperada 2005
		SI	Parcial	NO	30-50a	50-100a	>100a	Total	Parcial	NO		
Descarga Fluvial (Medidores de Flujo)												
Almacenaje de aguas subterráneas												
Nieve												
Glaciares												
Hielo permanente												
Hielo												
FluxNet	1											SI (3)
Radiación	35	X							X		35 (75%)	SI (40)
Suelo												
Otros												

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

Tabla S10: SMOC Sistemas de Observación Ecológica.

Estaciones útiles para monitorizar Clima Nacional	# Total estaciones	Adecuada para caracterización Nacional del Clima?			Series Temporales # estaciones/plataformas				Control de Calidad			Metadatos disponibles # Estaciones (% digitalizado)	Continuidad Operación esperada 2005
		SI	Parcial	NO	30-50a	50-100a	100-300a	>300a	Total	Parcial	NO		
Fenología	130		X		40					X		SI (25 %)	SI
Cambios de Biomasa													
Tipo de Vegetación													
Usos del Suelo													
Distribución de Incendios													
Cambios de Usos del Suelo													
Paleoclima													
Otros													

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología

### **Observaciones desde el espacio**

Dentro de las actividades de EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites), se ha establecido una red de 7 Centros de Excelencia de Aplicaciones de Satélites, denominados SAF, encargados de productos para aplicaciones específicas. España participa en cuatro de estos SAF, y en particular tres de ellos desarrollan productos de interés desde un punto de vista climático. Estos son: SAF para la explotación de datos de satélites en monitorización del Clima y su variabilidad (SAF del Clima), SAF para dar apoyo a la predicción inmediata y a muy corto plazo (SAF de Nowcasting) y SAF para aplicaciones de productos de suelo.

El INM gestiona la aportación nacional al sistema de observación meteorológica y de la atmósfera, a nivel de la superficie terrestre, por medio de satélites mediante:

- la contribución nacional al EUMETSAT y a su actual programa operativo MTP (Meteosat Transitional Programme);
- la contribución nacional a los programas EUMETSAT actualmente en desarrollo: MSG (Meteosat Second Generation) y EPS (European Polar System);
- la operación de centros de recepción de información de los satélites Meteosat MTP PDUS (Primary Data User Station) y NOAA HRPT;
- la generación operativa de índices NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) a escala nacional.

Y de observación meteorológica y de la atmósfera en altura mediante:

- la contribución nacional al EUMETSAT y a su actual programa operativo MTP;
- la contribución nacional a los programas EUMETSAT actualmente en desarrollo: MSG y EPS;
- la operación de centros de recepción de información de los satélites Meteosat MTP PDUS y NOAA HRPT;
- el proceso datos ATOVS (Advanced TIROS – Television Infrared Observation Satellite-Operational Vertical Sounder);
- la generación operativa vientos por desplazamiento nubes Meteosat MTP;
- el desarrollo del Centro de Aplicaciones de Satélite para apoyo al Nowcasting mediante explotación de información MSG;

## APENDICE C: Lista de siglas y acrónimos

AAC:	Agrupación Astronómica de Córdoba
AENA:	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AHORRO-BASE:	Escenario “con medidas adicionales” en las proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero
AID:	Asociación Internacional de Desarrollo
ARAUCARIA:	Programa de cooperación al desarrollo con Iberoamérica
ARCA:	Asociación para la defensa de los Recursos naturales de Cantabria
ARPEGE:	Modelo regional de simulación climática
ATOVS:	<i>Advanced TIROS – Television Infrared Observation Satellite-Operational Vertical Sounder</i>
ATYCA:	Iniciativa de Apoyo a la Tecnología, la Seguridad y la Calidad Industrial
AZAHAR:	Programa de cooperación al desarrollo en el Mediterráneo
BAFD:	Banco Africano de Desarrollo
BASD:	Banco Asiático de Desarrollo
BCE:	Banco Central Europeo
BERD:	Banco Europeo de Reconstrucción y Fomento
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
BM:	Banco Mundial
BOA:	Proyecto europeo " <i>Budget of Ozone Over the North Atlantic</i> "
BOE:	Boletín Oficial del Estado
CA:	Comunidad Autónoma
CADEM:	Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético Minero
CARBOEUROFLUX:	Proyecto enmarcado en CARBOEUROPE
CARBOEUROPE:	Conjunto de Proyectos para entender y cuantificar el balance de carbono en Europa
CCAA:	Comunidades Autónomas
CE:	Constitución Española
CEDEX:	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEE:	Comunidad Económica Europea
CEIDA:	Centro de Educación e Investigación Medioambiental
CEPE:	Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas
CEPPM:	Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio

CFI:	Corporación Financiera Internacional
CH <sub>4</sub> :	Metano
CIBA:	Centro de Investigación de la Baja Atmósfera
CICYT:	Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología
CIEMAT:	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CIRCE:	Centro para la Investigación de Recursos y Consumos Energéticos
CIREA:	Proyecto del Plan Nacional I+D+I: "Metodología para la evaluación de impactos y riesgos del cambio climático a nivel regional y sobre la economía de las explotaciones agrarias"
CMNUCC:	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CNRS:	<i>Centre National de la Recherche Scientifique</i>
CO:	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub> :	Dióxido de Carbono
COMPARE:	<i>Comparison of Mesoscale Prediction and Research Experiment</i>
CORINAIR:	<i>CORe INventory of AIR emissions</i>
CORINE:	<i>CO-oRdination d'INformation Environnementale</i>
COST:	<i>European Co-operation in the Field of Scientific and Technical Research</i>
COVNM:	Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos
CRACRUV:	Proyecto "Control de Calidad de la Red Antártica para la vigilancia y Caracterización de la Radiación Ultra Violeta"
CREAF:	<i>Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals</i> de la Universidad de Barcelona
CRF:	<i>Common Reporting Format</i>
CSIC:	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
DEG:	Derecho Especial de Giro
DEMETER:	Programa de investigación europeo " <i>Development of a European Multi-model Ensemble for Seasonal to Interannual Prediction</i> "
DG:	Dirección General
DGCN:	Dirección General de Conservación de la Naturaleza
DIPC:	Fundación <i>Donostia International Physics Center</i>
DOAS:	<i>Differential Optical Absorption Spectrometer</i>
EA:	Estatuto de Autonomía
EEAA:	Estatutos de Autonomía
EELL:	Entes Locales

EEUU:	Estados Unidos
EHN:	Energía Hidroeléctrica de Navarra
EL:	Ente Local
EMEP:	<i>European Monitoring and Evaluation Programme</i>
ENVISAT:	<i>ESA Environmental Satellite Series</i>
EPS:	<i>European Polar System</i>
EREN:	Ente Regional de la Energía (Castilla y León)
ESA:	<i>European Space Agency</i>
ESAF:	<i>Enhanced Structural Adjustment Facility</i>
EUCREM:	Proyecto de investigación “ <i>European Cloud RESolving Modelling</i> ”
EUMETSAT:	<i>European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites</i>
EUROCS:	Proyecto de investigación “ <i>EUROpean Cloud Systems</i> ”
EUROSTAT:	Oficina de Estadística de la Comisión Europea
EVE:	Ente Vasco de la Energía
FAD:	Fondo de Ayuda al Desarrollo
FAFD:	Fondo Africano de Desarrollo
FAO:	Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIP:	Plan Nacional de Formación e Inserción Profesional
FMAM:	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF en inglés)
FMI:	Fondo Monetario Internacional
FP2:	Formación Profesional de Segundo Grado
FRONTUR:	Estadística de Movimientos Turísticos en Fronteras
FTIR:	<i>Fourler Transform Infra Red</i>
GCSS:	<i>GEWEX Cloud System Studies</i>
GEF:	<i>Global Environmental Facility</i> (FMAM en español)
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
GEWEX:	<i>Global Energy and Water Cycle Experiment</i>
GIZC:	Gestión Integrada de las Zonas Costeras
GLOBE:	Programa “Aprendizaje y Observación Global para el Beneficio del Medio Ambiente”
GOME:	<i>Global Ozone Monitoring Experiment</i>
GPS:	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Navegación Global por Satélite)

HFC:	Hidrofluorocarbono
HIRETYCS:	<i>High Resolution Ten Years Climate Simulations</i>
HIRLAM:	<i>High Resolution Limited Area Model</i>
HRPT:	<i>High Resolution Picture Transmission (Sat.)</i>
ICO:	Instituto de Crédito Oficial
ICZM:	Estrategia Comunitaria de Gestión Integrada de Zonas Costeras
IDAE:	Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético
IEO:	Instituto Español de Oceanografía
IFN:	Inventario Forestal Nacional
INE:	Instituto Nacional de Estadística
INEM:	Instituto Nacional de Empleo
INIA:	Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
INM:	Instituto Nacional de Meteorología
INTA:	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IPC:	Indice de Precios al Consumo
IPCC:	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPPC:	Directiva de Control y Prevención Integrada de la Contaminación
IUSC:	<i>International University Study Center</i>
LBRL:	Ley de Bases de Régimen Local
LOGSE:	Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo
LTO:	Ciclo de aterrizaje-despeque
LUCDEME:	Proyecto “Lucha contra la Desertificación en el Mediterráneo”
MAPA:	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MAR:	<i>Measurement of Antarctica Radiance for Monitoring the Ozone Layer</i>
MED-PRO:	Modelo de uso final para la simulación a medio y largo plazo de los consumos finales de energía
MEH:	Ministerio de Economía y Hacienda
MIGA:	<i>Multilateral Investment Guarantee Agency</i>
MIMAM:	Ministerio de Medio Ambiente
MINER:	Ministerio de Industria y Energía
MSG:	<i>Meteosat Second Generation</i>
MTP:	<i>Meteosat Transitional Programme</i>
N <sub>2</sub> O:	Oxido nitroso
NCAR:	<i>National Centers for Atmospheric Research</i>

NDVI:	<i>Normalised Difference Vegetation Index</i>
NO:	Monóxido de nitrógeno
NO <sub>2</sub> :	Dióxido de nitrógeno
NOAA:	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration(USA)</i>
OCDE:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo en Europa
OMC:	Organización Mundial del Comercio
PAC:	Política Agraria Común
PAND:	Programa de Acción Nacional contra la Desertificación
PAPIF:	Programa de Acción y Prevención de Incendios Forestales
PASCER:	Plan de Ahorro, Eficiencia Energética, Cogeneración y Energías Renovables (Castilla y León)
PDUS:	<i>Primary Data User Station</i>
PE:	Puertos del Estado
PFC:	Perfluorocarbono
PFER:	Plan de Fomento de las Energías Renovables
PIB:	Producto Interior Bruto
PITMA:	Programa de Inversión en Tecnología y Medio Ambiente
PN:	Plan Nacional
PNID:	Plan Nacional de Investigación y Desarrollo
PNIDI:	Metodología para la evaluación de impactos y riesgos del cambio climático a nivel regional y sobre la economía de las explotaciones agrarias
PNRU:	Plan Nacional de Residuos Urbanos
PREVER:	Programa para la modernización del parque de vehículos automóviles
PROFIT:	Programa de Fomento de la Investigación Técnica
RACRUV:	Red Antártica para la vigilancia y Caracterización de la Radiación Ultra Violeta
RAMINP:	Reglamento estatal de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas
RECAB:	Proyecto enmarcado en CARBOEUROPE para establecer una ligazón entre las medidas locales de flujos de Carbono y los balances a escalas mayores
REDMAR:	Red de Mareógrafos de Puertos
REMRO:	Red Española de Medida y Registro de Oleaje
REVUE:	<i>Reconstruction of Vertical ozone distribution from Umkehr Estimates</i>
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos

RU:	Residuos Urbanos
SAF:	Centro de Excelencia de Aplicaciones de Satélites
SAICA:	Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas
SCIAMACHY:	Instrumentos que vuelan a bordo de satélites de la ESA
SEA:	<i>Strategic Environmental Assessment</i>
SEBA:	Asociación de Servicios Energéticos Básicos Autónomos
SF <sub>6</sub> :	Hexafluoruro de azufre
SIG:	Sistema de Información Geográfico
SIGA:	Sistema de Información Geográfico Agrario
SIMPA:	Sistema Integrado de Modelización de la Precipitación y la Aportación
SMES:	<i>Superconducting Magnetic Energy Storage</i>
SMOC:	Sistema Mundial de Observación del Clima
SNAP:	<i>Selected Nomenclature for Air Pollution</i>
SO <sub>2</sub> :	Dióxido de azufre
SODEAN:	Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía
STREAMER:	<i>Small Scale Structure Early Warning and Monitoring in Atmospheric and Related Exposure to UV-B Radiation</i>
SUSPEN:	<i>Standardization of Ultraviolet Spectroradiometry in Preparation of an European Network</i>
SUVDAMA:	<i>Scientific UV Data Management</i>
TENDENCIAL:	Escenario “con medidas” en las proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero
TRACAS:	Transport of Chemical species Across Subtropical tropopause
UE:	Unión Europea
UEM:	Unión Económica y Monetaria
UNESCO:	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UV:	Ultra Violeta
UVI:	Índice de Ultravioleta
VAB:	Valor Añadido Bruto
VOC:	<i>Volatile Organic Compound</i>