An aerial photograph of a wide, frozen river with a white map of Spain overlaid on it. The map is semi-transparent and shows the outline of the country. The river is cracked and textured, suggesting a cold environment. The text is overlaid on the map and river.

**Estrategia Española sobre  
cambio climático para el cumplimiento  
del Protocolo de Kioto**

**BORRADOR Nº 3**

**Adoptado por la Comisión Permanente  
(Madrid, 17-dic-03)**



# Presentación



# Resumen ejecutivo

## 1 DEFINICIÓN, OBJETIVO Y CONTENIDO DE LA ESTRATEGIA

El Artículo 2 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático establece que su objetivo último es "lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible".

A fin de dar un primer paso para el logro de este objetivo el Protocolo de Kioto establece un primer periodo de compromiso 2008-2012 en el que las emisiones de los países desarrollados deben reducirse un 5% respecto del año base. A este fin, la cuota parte de esfuerzo que le corresponde a España es no incrementar sus emisiones netas en más de un 15%.

El Artículo 3 del Real Decreto 1188/2001, que regula las funciones del Consejo Nacional del Clima, define la Estrategia en los siguientes términos: "la estrategia española frente al cambio climático es el instrumento planificador necesario para que las Administraciones Públicas y demás entes públicos y privados interesados dispongan de un marco de referencia en el que queden definidos todos los ámbitos y áreas sectoriales en los que sea preciso adoptar políticas y medidas para mitigar el cambio climático, paliar los efectos adversos del mismo y hacer posible el cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos por España en esta materia".

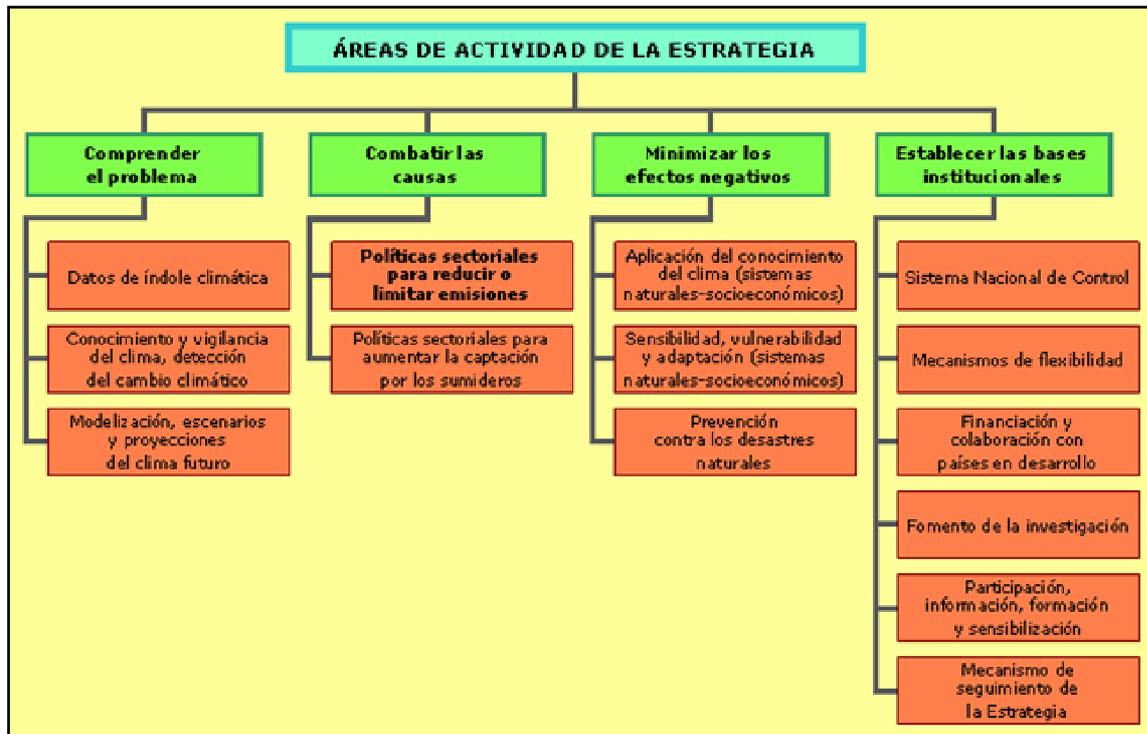
Consecuentemente, la tarea prioritaria de la Estrategia es la de contribuir a combatir las causas del cambio climático impulsando políticas sectoriales para reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar su captación por los sumideros, siempre que estas medidas contribuyan también a la conservación de la biodiversidad y al uso sostenible de los recursos naturales.

El objetivo general de esta Estrategia es el contribuir eficazmente al cumplimiento, por parte de España, de los compromisos derivados del Protocolo de Kioto, y en concreto el relativo a la limitación del crecimiento de las emisiones netas de gases de efecto invernadero al 15% durante el primer período de compromiso con respecto al año base, realizando esfuerzos equivalentes en todos los gases, sectores y actividades contemplados. Así mismo, este objetivo general debe ser complementado con los siguientes objetivos más específicos:

- La participación de las instituciones gubernamentales pertinentes, las Universidades y centros de investigación, las organizaciones privadas y el público en general, en el análisis y evaluación de los impactos del cambio climático.
- La formulación de propuestas sobre las medidas a adoptar por las Administraciones Públicas y los agentes implicados para limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores y actividades, así como aumentar la captación por los sumideros.
- La propuesta de las medidas más adecuadas para que cada área sectorial en la que sea preciso adoptar medidas para mitigar el cambio climático, alcance las cuotas de reducción o limitación de emisiones que le corresponda en los plazos establecidos.
- El establecimiento de sistemas de evaluación periódica de los efectos de las medidas adoptadas y del cumplimiento de los programas y compromisos adquiridos a nivel nacional e internacional.
- La evaluación permanente de los conocimientos que se tienen sobre el clima y las repercusiones ambientales de la variabilidad y el cambio climáticos en España.
- La disponibilidad pública de los datos sobre los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático, así como los resultados de los estudios y proyectos. A tal efecto se deberán definir y establecer los métodos y medios necesarios para asegurar la adecuada disponibilidad en tiempo y forma de la citada información. Todo ello deberá realizarse sin menoscabo de lo contemplado en la legislación internacional y nacional a este respecto.

- El incremento de la capacidad de los ciudadanos, gracias al adecuado suministro de datos, educación, formación profesional y sensibilización, para abordar adecuadamente los problemas relacionados con el clima.
- El incremento de la capacidad operativa de las Administraciones Públicas mediante el fortalecimiento de los recursos económicos, técnicos y humanos, precisos para la implementación de las medidas de lucha frente al cambio climático que se adopten en el desarrollo de la presente Estrategia.

A este fin y como declaración de principios, la presente Estrategia pretende ser una eficaz herramienta para llevar a cabo en España, en el ámbito concreto de la lucha frente al cambio climático, el objetivo de la Unión Europea de integración de las consideraciones ambientales en las



distintas políticas sectoriales, como vía necesaria e indispensable para el cumplimiento de los compromisos de reducción o limitación de emisiones de gases de efecto invernadero derivados de la ratificación del Protocolo de Kioto. Consecuentemente, la presente Estrategia, en su calidad de instrumento planificador y marco de referencia, debe servir para orientar las políticas sectoriales en aquellas áreas de actividad que más pueden influir sobre el sistema climático, de manera tal que los planes sectoriales que se lleven a cabo, no sólo tomen debidamente en consideración los requerimientos que la lucha frente al cambio climático plantea en cada uno de sus ámbitos, sino que, además, lo hagan dentro de un marco de referencia que permita actuaciones integrales que posibiliten la estrecha colaboración entre las Administraciones General, Autónoma y Local en el marco de sus respectivas competencias.

Todo esto debe encaminarse hacia el logro del objetivo de la Convención: la estabilización de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero.

## 2 UBICACIÓN DEL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN SU CONTEXTO

### 2.1 EL PROBLEMA, SU IMPORTANCIA Y LA NECESIDAD DE ACTUAR: EL CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA, INCERTIDUMBRES Y PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

Hoy en día es comúnmente aceptado que el fenómeno conocido como 'cambio climático' constituye uno de los principales problemas medioambientales de los que ha de afrontar la Humanidad en el presente siglo. Precisamente así lo señala la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático cuando reconoce que "los cambios del clima de la Tierra y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad" y subsiguientemente al mostrar preocupación "porque las actividades humanas han aumentado sustancialmente las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y porque ese aumento intensifica el efecto invernadero natural, lo cual dará como resultado, en promedio, un calentamiento adicional de la superficie y la atmósfera de la Tierra y puede afectar adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad".

Debido a los estudios realizados con los modelos que simulan el clima, existe el convencimiento general de que un aumento de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero -algo que ocurre de forma ininterrumpida desde la Revolución Industrial y que también ocurrió en épocas más remotas, aunque por causas naturales- provocaría alteraciones en el clima de consecuencias desconocidas hasta la fecha. La diferencia fundamental entre estos cambios naturales y la evolución actual del sistema climático no está tanto en los procesos y sus causas como en la velocidad a la que se producen las alteraciones, tanto en la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero como en el clima.

En el ámbito mundial, las actuaciones relacionadas con el conocimiento del clima y el cambio climático se vienen desarrollando a través de una serie de Programas y actividades de carácter pluridisciplinar, que reúnen y coordinan numerosos recursos de investigación dedicados al estudio de los temas climáticos más importantes y urgentes. Estos Programas tratan de dar respuesta a los desafíos de la Agenda 21 y a la Convención Marco y se rigen por las directrices del Programa Mundial sobre el Clima. Todos estos Programas están copatrocinados y bajo la coordinación de varias Organizaciones de Naciones Unidas y del Consejo Internacional de la Ciencia.

Precisamente, en el Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático, se confirma que, a lo largo del siglo pasado, la temperatura media global en la superficie ha aumentado. Además se atribuyen, por primera vez, las causas del calentamiento observado a las actividades humanas. Sólo considerando el papel de la Humanidad es posible explicar el aumento de temperatura observado en el Planeta en la segunda mitad del siglo pasado.

En la Tabla se presenta un resumen sobre los principales indicadores y cambios observados en el sistema climático durante los últimos decenios. La temperatura global media en la superficie terrestre se ha incrementado a lo largo del siglo XX en  $0,6 \pm 0,2$  °C. Globalmente es muy probable<sup>1</sup>

Concentración atmosférica de CO <sub>2</sub>	280 ± 6 ppm (1000-1750), hoy día 371 ppm
Concentración atmosférica de CH <sub>4</sub>	0,70 ± 0,06 ppm (1000-1750), hoy día 1,775 ppm
Concentración atmosférica de N <sub>2</sub> O	0,270 ± 0,01 ppm (1000-1750), hoy día 0,316 ppm
Temperatura media superficial	+0,6 ± 0,2 °C (1861-2000), mayor en tierra que en mar
Temperatura del Hemisferio Norte	El aumento durante el siglo XX es el mayor del último milenio
Rango diurno de temperaturas	Menor: las mínimas aumentan a doble ritmo que las máximas
Nivel medio del mar	Entre 10 y 20 cm (1860-2000) con variaciones regionales
Temporada de hielos en ríos y lagos	15 días menor en latitudes medias y altas del Hemisferio Norte
Cobertura nivosa	Disminución del 10% desde 1960
Precipitación sobre los continentes	Mayor en el Hemisferio Norte
Precipitaciones intensas	Aumentan en latitudes medias y altas del Hemisferio Norte
Fenómeno El Niño-La Niña	Más frecuente, persistente e intenso durante los últimos 30 años
Ecosistemas naturales	Desplazamientos hacia mayores latitudes y altitudes

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

que la década de 1990 haya sido la más cálida del siglo, siendo 1998 el año más cálido desde que se poseen registros instrumentales. Nuevos análisis efectuados para el hemisferio norte indican que los incrementos de temperatura acaecidos en el Siglo XX han sido, probablemente, los mayores ocurridos en un siglo en los últimos 1.000 años.

Aunque estas informaciones parezcan catastrofistas, los datos están refrendados por los científicos más prestigiosos y por el Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático, y representan el estado del conocimiento a finales del Siglo XX. Es importante resaltar que, aunque existen todavía muchas incertidumbres que no permiten cuantificar con suficiente precisión los cambios previstos, la información validada hasta ahora es suficiente para tomar medidas de forma inmediata. A este respecto hay que añadir que el conocimiento de la existencia de incertidumbres no debe ser un pretexto para no tomar medidas.

Así lo contempla la propia Convención Marco en su Artículo 3 al referirse al principio de precaución: "Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, teniendo en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible. A tal fin esas políticas y medidas deberían tener en cuenta los distintos

<sup>1</sup> El IPCC usa la expresión 'muy probable' cuando la probabilidad de que la estimación sea cierta está entre el 90% y el 99% (detalles en el glosario de términos del Anexo D, bajo 'confianza de las estimaciones').

contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero y abarcar todos los sectores económicos”.

La inercia, los retrasos y la irreversibilidad del sistema climático son factores muy importantes a tener en cuenta y cuanto más se tarde en tomar esas medidas, los efectos del incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero serán menos reversibles.

## **2.2 CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: GASES DE EFECTO INVERNADERO Y FUENTES DE EMISIÓN**

Como ya se ha citado, los cambios en el clima derivados de la actividad humana son debidos a la intensificación del efecto invernadero natural, al aumentar la concentración atmosférica de los gases radiativamente activos y provocar lo que se conoce como un forzamiento radiativo.

En el marco de la Convención sobre Cambio Climático y en el Protocolo de Kioto, los gases de efecto invernadero considerados son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), carburos hidrofluorados (HFC) y perfluorados (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Otros gases de efecto invernadero no se computan en los totales nacionales debido a que no resultan directamente de emisiones antropogénicas o están regulados por otros acuerdos internacionales, caso de los gases fluorados recogidos en el Protocolo de Montreal relativo a la protección de la capa de ozono.

Del denominado forzamiento radiativo, cerca del 60% es debido al dióxido de carbono en tanto que el metano contribuye en un 15%, el óxido nitroso en un 5%, mientras que otros gases y partículas, como carburos hidrofluorados y perfluorados, y hexafluoruro de azufre, contribuyen con el 20% restante.

Respecto de las fuentes de emisión la clasificación de actividades de la metodología del Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático, para la realización de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, agrega las fuentes en los siguientes grandes grupos:

- Emisiones procedentes de los combustibles. Debe tenerse en cuenta que este grupo recoge además de las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles (incluido transporte), las emisiones evaporativas de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles (las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la quema de biomasa no se contabilizan).
- Procesos industriales: emisiones durante los procesos, donde los gases de efecto invernadero son productos secundarios de la producción.
- Utilización de disolventes: Aplicación en pinturas; desengrase y tintorerías; productos químicos (fabricación y proceso); y otros usos.
- Agricultura: Fermentación entérica de ganadería, detritus de animales, cultivo de arroz, uso de fertilizantes y quema de residuos agrícolas y otras emisiones.
- Cambio del uso de la tierra y selvicultura: absorciones y emisiones procedentes de los bosques y de las actividades de cambio del uso de la tierra.
- Emisión o absorción de dióxido de carbono en los suelos debido a la gestión y cambio de uso de la tierra.
- Tratamiento de residuos: vertederos, aguas residuales, y otros procesos que liberan gases.

## **2.3 EL MARCO JURÍDICO: OBJETIVOS, PRINCIPIOS Y COMPROMISOS**

Los compromisos asumidos por España en materia de lucha frente al cambio climático se encuadran en el marco jurídico que regula esta materia tanto en el ámbito internacional como en el de la Unión Europea, y que está conformado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto, la Decisión del Consejo de 25 de abril de 2002 relativa a la aprobación -en nombre de la Comunidad Europea- del Protocolo de Kioto y la aprobación de la misma por el Parlamento de España.

## **2.4 EL COMPROMISO ASUMIDO POR ESPAÑA: VENTAJAS Y DIFICULTADES, RESPONSABILIDADES Y SEGUIMIENTO**

**¿Qué ventajas y dificultades tiene el cumplimiento?** Como ventajas, la estrategia señala que el cumplimiento de los objetivos marcados en el Protocolo de Kioto no sólo permitirá que España contribuya de una manera justa y solidaria a mitigar los efectos adversos que el cambio climático genera en nuestros hábitat y patrones de vida, sino que el control del crecimiento de las emisiones permitirá limitar los impactos negativos, directos e indirectos, que las emisiones de los gases afectados tienen sobre la salud humana. Pero además, la Estrategia también señala que el cumplimiento del objetivo requerirá, entre otras cosas, un notable incremento de la eficiencia energética lo que supone un mayor ahorro.

La Estrategia también destaca que el desafío que supone conciliar los objetivos de Kioto con el logro de la convergencia real en el marco de la Unión Europea no está exento de dificultades.

Ello hace necesario que a la hora de adoptar medidas e instrumentos de lucha frente al cambio climático se tenga presente la exigencia de hacer compatibles estos dos objetivos: convergencia y Kioto.

**¿Quién tiene que cumplir?** Es el Estado español en su conjunto quien tiene la responsabilidad moral y legal de cumplir en todos sus términos el Protocolo de Kioto. Por ello es del todo necesario tomar en consideración la distribución de competencias entre las distintas Administraciones Públicas dentro del ordenamiento constitucional y estatutario vigente.

A tal efecto en la Estrategia se identifica y subraya una serie de condiciones básicas para un correcto cumplimiento de los compromisos adquiridos, que giran en torno a:

- ✧ Garantizar una coordinación adecuada entre las Administraciones Públicas, los agentes sociales y económicos.
- ✧ Es relevante asegurar que las Administraciones Públicas asuman y ejerzan en la forma más coordinada posible sus competencias.
- ✧ Es muy recomendable que las Comunidades Autónomas y los Ayuntamientos, dentro de sus respectivas competencias, impulsen y desarrollen planes, estrategias, iniciativas y programas tendentes a facilitar el cumplimiento de los objetivos del Protocolo de Kioto.

Como quiera que la respuesta institucional española no se ha limitado a las acciones de la Administración General del Estado, en la Estrategia también se resume las iniciativas de las Comunidades Autónomas.

**¿Cómo se evalúa el cumplimiento?** A cada Estado miembro de la Unión Europea, se le exigirá el cumplimiento de la cifra resultante del acuerdo de reparto interno que le corresponda (España +15%), con independencia del posible cumplimiento conjunto (-8%), gracias a la reducción del resto. La valoración del cumplimiento tendrá en cuenta tanto el crecimiento de las emisiones como el descuento correspondiente a la absorción por sumideros y las unidades de emisión obtenidas a través del uso de los tres mecanismos de flexibilidad incluidos en el Protocolo. La determinación del cumplimiento consistirá en la comprobación de que el número de unidades (unidades asignadas inicialmente, certificados y unidades de reducción de emisiones y unidades de absorción), de que el Estado dispone al final del periodo no es inferior a las emisiones brutas computadas en el inventario nacional.

**¿Ante quién se responde del cumplimiento?** España, como los demás países Parte, habrá de responder ante el Comité de Cumplimiento creado al amparo del Protocolo por el incumplimiento de cualquiera de sus obligaciones. Pero España, al igual que los demás Estados miembros de la Unión Europea, responderá también ante las instituciones de la Comunidad.

**¿Qué consecuencias tiene el incumplimiento?** A escala internacional, las reglas de aplicación del protocolo de Kioto contemplan una serie de sanciones que son descritas en la Estrategia. En el ámbito comunitario las consecuencias serán las propias de cualquier incumplimiento de una obligación de derecho comunitario, incluidas las previstas en el contexto de los procedimientos de infracción ante el Tribunal de Justicia.

## 2.5 SITUACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN ESPAÑA

Conforme los últimos datos oficiales disponibles, contenidos en la edición correspondiente al año 2003 del Informe de España sobre los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2001, la situación es la siguiente.

**Análisis agregado:** la tabla muestra las emisiones anuales en términos absolutos respecto al año base. Los datos no incluyen la cantidad de carbono absorbida por los sumideros. En todos los años las emisiones aumentan respecto al año anterior, excepto en 1993, 1996 y 2001, siendo

Emisiones brutas totales (Mt CO <sub>2</sub> equivalente)												
Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
289,851	287,608	294,203	303,052	291,332	306,070	319,364	311,373	332,546	343,083	371,057	387,104	382,789
Índice anual respecto al año base (año base = 100)												
Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
100,00	99,23	101,50	104,55	100,51	105,60	110,18	107,43	114,73	118,37	128,02	133,55	132,06

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

siempre mayores que en 1990. En el año 2001 las emisiones superan en un 32% a la cifra del año base.

**Emisiones por sectores:** en cuanto a la situación particular de España en lo relativo al inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, en la tabla se observa la evolución de estas emisiones según la clasificación de actividades que se utilizará en los siguientes aparta-

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Transformación y producción de energía	84.672,5	0,65%	2,09%	8,57%	8,79%	25,90%	25,37%
Industrias: combustión y procesos	70.137,4	0,28%	-7,39%	15,74%	18,69%	27,66%	30,17%
Transporte	58.505,8	3,18%	7,71%	14,58%	23,89%	44,88%	56,77%
Residencial, comercial e institucional	18.104,7	18,79%	11,02%	14,43%	21,04%	29,81%	35,26%
Agricultura y ganadería	46.786,7	0,16%	-2,72%	0,10%	6,19%	12,63%	15,37%
Gestión de residuos	9.401,4	5,41%	20,19%	24,15%	39,44%	48,49%	61,11%
TOTAL del año 1990	287.608,5	2,29%	1,29%	11,04%	15,62%	29,01%	33,09%
TOTAL del año base	289.850,6	1,50%	0,51%	10,18%	14,73%	28,02%	32,06%
Dióxido de carbono	227.399,5	3,00%	2,23%	11,87%	15,08%	29,95%	35,11%
Metano	30.286,4	0,91%	5,67%	11,46%	20,36%	25,76%	33,16%
Óxido nitroso	26.635,2	-0,92%	-10,90%	-3,55%	2,73%	10,42%	10,69%
Carburos hidrofluorados	2.403,2	-9,33%	-6,03%	93,30%	154,90%	198,10%	120,03%
Carburos perfluorados	828,4	-4,99%	-4,18%	-4,59%	-5,31%	-16,03%	-72,38%
Hexafluoruro de azufre	55,8	9,86%	20,97%	67,74%	118,46%	232,44%	280,47%
Búnqueres internacionales	15.352,1	9,04%	6,55%	8,53%	68,32%	76,26%	99,13%

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

dos para analizar las posibles políticas y medidas sectoriales para reducirlas. Las emisiones por actividades de estas seis grandes categorías -producción y transformación de energía; sector industrial; transporte; sectores residencial, comercial e institucional; sector agrario; y gestión de residuos- se detallarán en dichos apartados, para compaginar los datos de emisiones con las políticas y medidas que pueden actuar sobre ellas.

Sin embargo, el crecimiento relativo de dichas emisiones no es el único factor para estudiar

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	TOTAL
Transformación y producción de energía	27,37%	0,67%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	28,37%
Industrias: combustión y procesos	21,00%	0,05%	1,38%	1,41%	0,21%	0,04%	24,09%
Transporte	21,57%	0,07%	0,41%	0,00%	0,00%	0,00%	22,05%
Residencial, comercial e institucional	6,20%	0,22%	0,23%	0,00%	0,00%	0,00%	6,65%
Agricultura y ganadería	3,07%	6,40%	5,62%	0,00%	0,00%	0,00%	15,09%
Gestión de residuos	0,16%	3,23%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	3,75%
TOTAL	79,37%	10,64%	8,33%	1,41%	0,21%	0,04%	
Búnqueres internacionales	6,54%	0,01%	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	6,61%

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

dónde se debe actuar prioritariamente. Así, en la tabla se muestra el reparto porcentual de las emisiones clasificado por gases y actividades como promedio del período 1990-2001.

**Datos desagregados por Comunidades Autónomas:** para tener una mejor visión de conjunto en la Estrategia también se ha incorporado un Anexo en el que se recoge el inventario de emisiones por Comunidades Autónomas. Este Inventario se ha elaborado como desagregación de los datos del Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero (edición 2003), con el criterio básico de la localización de las fuentes de emisión en cada Comunidad Autónoma.

**Situación de España en el año 2001:** en resumen, la situación de España en el año 2001 es que las emisiones superan en un 32,1% la cifra del año base, que del total de gases el dióxido de carbono representa el 80% y que por fuentes de emisión se pueden distinguir las evoluciones, por un lado, de los grupos de la gestión de residuos (aumenta un 61% por encima del año base), del transporte (aumenta un 58%), los sectores residencial, comercial e institucional (aumentan un 35%); y por debajo de los anteriores, minorando ligeramente su contribución al crecimiento del agregado de emisiones, los grupos de la agricultura y ganadería (con un incremento en torno al 15% respecto al año base), de la transformación producción de energía (aumentan un 25%), y el industrial (aumenta un 30%).

### 3 ÁREAS DE ACTIVIDAD DE LAS ACCIONES A EMPRENDER EN ESPAÑA PARA CUMPLIR LA CONVENCION MARCO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO

Como ya se ha señalado, esta parte de la Estrategia constituye el pilar central de la misma. Cubre todas las áreas de actividad de las posibles acciones a emprender en España para alcanzar el objetivo perseguido incluyendo propuestas de actuaciones genéricas y concretas a fin de:

- Comprender el problema.
- Combatir las causas del cambio climático.
- Conocer y minimizar los efectos del cambio climático.
- Establecer las bases institucionales.

Como quiera que las actividades relativas a combatir las causas del cambio climático son consideradas prioritarias, en el presente resumen se enumeran todas las medidas propuestas a tal efecto, mientras que las relativas a las otras tres áreas de actividad sólo se enuncian.

### 3.1 COMPRENDER EL PROBLEMA

En el capítulo 4 de la Estrategia se identifican los datos, estudios y modelos que se requieren, desde el punto de vista científico, para una mejor comprensión del fenómeno del cambio climático en España, su detección y vigilancia así como poder predecir su evolución. Junto a la identificación de las necesidades, se proponen más de 50 actuaciones, tanto en lo que se refiere al impulso y coordinación de estudios e investigaciones concretas, ya existentes o nuevas, como acciones institucionales más genéricas, distinguiendo tres áreas concretas: la obtención de datos de índole climática, el conocimiento y vigilancia del clima y la detección del cambio climático y la modelización, escenarios y proyecciones del clima futuro.

**Datos de índole climática:** el establecer un programa nacional de observación sistemática debe ser un objetivo básico e ineludible de esta Estrategia por una doble razón: para disponer de los datos climáticos que España necesita para el conocimiento del clima y sus cambios y los efectos de dicho cambio; y para cumplir con los compromisos que España, como Estado Miembro, tiene en los diferentes Organismos y Programas Internacionales. Este programa debe contemplar como elementos básicos no solo la obtención de los datos y el establecimiento de diferentes redes operativas de observación, sino además debe contener un banco nacional de datos, a fin de que estén disponibles los datos para los diferentes usuarios y la comunidad científica, para la realización de los estudios e investigaciones necesarias.

Además, la Estrategia resalta que dado que la observación climática y la obtención de datos es una actividad en la que muchos sectores científicos, sociales y económicos están interesados, cualquier actividad de diseño, establecimiento o mejora de las redes de observación deberá ser coordinada con todas las partes involucradas. En particular, y siempre con el asesoramiento técnico de los expertos y climatólogos, la participación de las Comunidades Autónomas es fundamental para establecer los requerimientos previos, para diseñar las redes y optimizar la gran cantidad de recursos que es necesario dedicar e invertir. Estas tareas de coordinación entre los técnicos y los usuarios, además, permitirá evitar una duplicación de esfuerzos.

**Conocimiento y vigilancia del clima:** con la caracterización de los climas pasados y presente y su variabilidad se pretende analizar y describir los climas presentes y pasados de España de la forma más ajustada posible, además de establecer un seguimiento de su variabilidad y evolución en el tiempo, pues cuanto más detallado y exacto sea el conocimiento del estado climático actual y pasado mejor será la información disponible para la planificación de los sectores influenciados por el clima, y el conocimiento sobre las proyecciones del clima en el futuro.

En este contexto, la detección del cambio climático es el proceso de demostrar que un cambio climático observado es muy diferente de lo que podría considerarse un efecto de variabilidad natural, mientras que la atribución es el proceso por el que se establece las relaciones causas y efecto con cierto grado de confianza. La presencia de esta variabilidad significa que la detección y atribución de los cambios climáticos antropogénicos es un problema estadístico que obliga a distinguir la 'señal' del 'ruido'. Para detectar y determinar que un cambio climático se debe a causas antropogénicas se requiere un análisis estadístico y la evaluación cuidadosa de un sinnúmero de pruebas.

La Estrategia establece que las líneas estratégicas dirigidas a la detección y vigilancia del cambio climático en España deben ir orientadas a:

- ✧ Establecer un programa nacional de detección de los cambios climáticos que permita determinar los indicadores óptimos para la detección y vigilancia del cambio climático en nuestro país.
- ✧ Establecer un programa de vigilancia y seguimiento del cambio climático que incluya, en una primera fase, al menos, los componentes atmósfera y océano del sistema climático y en fases sucesivas los restantes subsistemas.

**Modelización, escenarios y proyecciones del clima futuro:** la Estrategia señala que la modelización constituye una herramienta ineludible para comprender y simular los mecanismos que definen el clima y sus variaciones, y de esta manera adquirir un conocimiento cualitativo y cuantitativo sobre aquél y predecir su evolución durante el próximo siglo. El uso de modelos climáticos, unido al estudio de procesos físicos insuficientemente conocidos, permite estable-

cer una teoría del clima y del cambio climático. Ambos son la herramienta esencial para predecir cómo puede ser el clima del futuro según las distintas hipótesis de emisión de GEI, y para justificar y explicar la variabilidad, de períodos mayores del decenio, observada en el pasado y en el presente. A tal efecto la Estrategia identifica las líneas de acción más prioritarias en las que deben orientarse las actividades dirigidas a mejorar el conocimiento de los procesos físicos-químico-biológico-geológico, el desarrollo y validación de los modelos climáticos y los escenarios y proyecciones del clima futuro.

### 3.2 COMBATIR LAS CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El capítulo 5 aborda la tarea prioritaria de la Estrategia, ya que se refiere a las políticas sectoriales para reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y para aumentar su captación por los sumideros. Por ello es en este capítulo en el que se recoge la declaración de principios citada en el apartado 1 de este resumen.

En el momento en que se ha redactado este documento, España se enfrenta, como miembro de la Unión Europea, a dos grandes retos en relación con la Convención y el Protocolo. El primero es conseguir que la Unión Europea y España cumplan efectivamente su compromiso de reducir las emisiones un 8% en su conjunto, y de limitar su crecimiento al 15% en el caso de España. El segundo se refiere a la necesidad de estudiar los nuevos compromisos de limitación y reducción en las emisiones de dióxido de carbono para más allá del año 2012. Consecuentemente, teniendo en cuenta la situación en que se encuentra España en materia de emisiones, con un aumento en el año 2001 de un 32,1% respecto de 1990, en el presente capítulo se analizan las distintas políticas sectoriales que han de verse impulsadas como vía necesaria e indispensable para el cumplimiento de los compromisos de reducción o limitación de emisiones. A tal efecto, el capítulo aborda en primer lugar medidas e instrumentos intersectoriales para, seguidamente, analizar cada uno de los sectores específicos.

#### 3.2.1 Medidas e instrumentos intersectoriales

Junto a las políticas y medidas sectoriales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, también existen otras medidas e instrumentos de carácter transversal que pueden aplicarse a todos los sectores, o desarrollarse en forma de planes multisectoriales que fomenten el ahorro y la eficiencia en el uso de los recursos, la modificación de las pautas de consumo, la eliminación de procesos o actividades superfluas o totalmente innecesarias, etc. En concreto se analizan 5 ámbitos.

**La política impositiva:** se considera que es un instrumento fundamental para lograr los objetivos fijados en el Protocolo de Kioto, que las medidas fiscales también tienen un importante papel que desempeñar como parte de una combinación adecuada de instrumentos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y que deberían proyectarse como complemento de otros instrumentos y contribuir a la mejora de los precios relativos a favor de opciones que no producen, o apenas producen, emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo en cuenta las consideraciones de carácter social y económico. De acuerdo con todo ello, se considera necesario seguir explorando los modos de avanzar en la incorporación de las consideraciones relativas al cambio climático en la política fiscal, incluso planteándose la posibilidad de una revisión de la misma en aquellos aspectos que puedan favorecer el cumplimiento de los objetivos indicados, de manera compatible con objetivos fundamentales de política económica como son el fomento de la competitividad de las empresas, el bienestar de los ciudadanos y el desarrollo económico.

**Ordenación del territorio:** el consumo energético y la emisión de gases de efecto invernadero están altamente relacionados con el modelo de desarrollo territorial y urbano que se diseña, dado que éste define las características de elementos tales como la generación de desplazamientos, el tipo de transporte urbano e interurbano que se utiliza, las tipologías urbanas de consumo de energía, la densidad urbana, etc. El tratamiento preventivo debe ser el elemento prioritario en la selección de alternativas, mediante la adecuada valoración de las necesidades de infraestructuras, la definición de criterios de ordenación territorial, la evaluación precisa de los impactos y la previsión de las partidas presupuestarias necesarias para afrontar soluciones menos agresivas con el entorno, o mediante la financiación de los sobrecostes derivados de las medidas correctoras.

En este sentido se identifican los criterios en los que debería basarse una nueva política de urbanismo y ordenación del territorio acorde con el desarrollo sostenible.

- ✧ Un diseño urbano y una política territorial acorde con criterios sociales y ambientales.
- ✧ El desarrollo equilibrado de las infraestructuras de transporte.
- ✧ El fomento de los sistemas de telecomunicaciones y los servicios de la sociedad de la información.
- ✧ Un tratamiento adecuado de los residuos.

- ◇ Una gestión adecuada de la oferta y de la demanda en el sector energético.
- ◇ La promoción de la participación social, que garantice el necesario respaldo de los ciudadanos a las políticas puestas en marcha.

**Ahorro y eficiencia energética:** el ahorro y la eficiencia en el consumo de energía implica la adopción de un conjunto de medidas destinadas a la utilización racional de la energía actuando sobre la demanda para reducir el consumo de energía o favorecer la utilización de las formas menos contaminantes mediante la discriminación de la oferta en distribución. El objetivo en este campo debería ser la actuación sobre la demanda para asegurar unos importantes niveles de ahorro y eficiencia que no afecten a la competitividad, de forma que a su vez también ayuden al desarrollo de la economía y a la convergencia con el resto de los Estados Miembros de la Unión Europea. No se trata tanto de reducir el consumo de energía dejando de ejecutar determinadas actividades; sino utilizar tecnologías, equipos y seguir pautas de comportamiento que impliquen un menor consumo de energía obteniendo el mismo resultado. Para ello, actuaciones como el etiquetado energético y el establecimiento de estándares son fundamentales, así como las campañas de información y divulgación.

**Mejores técnicas disponibles:** en este ámbito la Estrategia se decanta por el enfoque dado en la Unión Europea. La filosofía que impregna la legislación comunitaria para la integración de las consideraciones ambientales en los distintos sectores de actividad se basa en la prevención de los efectos y la reducción de las causas de la contaminación procedente de todas las actividades humanas, con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente. El fundamento jurídico de esta legislación, uno de cuyos mejores ejemplos es la Directiva de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, se refiere a la protección ambiental; mientras que su aplicación también debe tener en cuenta otros objetivos comunitarios, como la competitividad de la industria, contribuyendo así al desarrollo sostenible.

**Sistemas de gestión ambiental:** los sistemas de gestión ambiental son considerados en la Estrategia como una excelente herramienta -de carácter voluntario- para el cumplimiento de la normativa ambiental y la limitación o reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los sectores afectados por el Protocolo de Kioto, a través del mecanismo de control de los impactos ambientales y de mejora continua del comportamiento ambiental de la actividad. En este sentido se describen y subrayan las ventajas de estos sistemas y se expresa la conveniencia de apoyar la implantación de Sistemas de Gestión Ambiental en todos los sectores de actividad afectados por el Protocolo de Kioto, como medida de carácter voluntario, a disposición tanto del sector público como del privado, para favorecer la reducción o limitación de las emisiones globales de los gases de efecto invernadero.

### 3.2.2 Políticas sectoriales para reducir emisiones

En esta parte de la Estrategia se aborda el análisis de la contribución de cada uno de los sec-

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
Transformación y producción de energía	29,44%	28,97%	29,67%	28,78%	27,70%	28,73%	27,73%
Industrias: combustión y procesos	24,39%	23,90%	22,30%	25,42%	25,03%	24,13%	23,85%
Transporte	20,34%	20,52%	21,63%	20,99%	21,80%	22,84%	23,96%
Residencial, comercial e institucional	6,29%	7,31%	6,90%	6,49%	6,59%	6,34%	6,40%
Agricultura y ganadería	16,27%	15,93%	15,62%	14,67%	14,94%	14,20%	14,10%
Gestión de residuos	3,27%	3,37%	3,88%	3,65%	3,94%	3,76%	3,96%
Dióxido de carbono	79,07%	79,61%	79,80%	79,65%	78,69%	79,64%	80,27%
Metano	10,53%	10,39%	10,99%	10,57%	10,96%	10,26%	10,54%
Óxido nítrico	9,26%	8,97%	8,15%	8,04%	8,23%	7,93%	7,70%
Carburos hidrofluorados	0,83%	0,74%	0,77%	1,46%	1,84%	1,93%	1,38%
Carburos perfluorados	0,29%	0,27%	0,27%	0,25%	0,24%	0,19%	0,06%
Hexafluoruro de azufre	0,02%	0,02%	0,02%	0,03%	0,04%	0,05%	0,05%

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

tores emisores de gases de efecto invernadero a las emisiones totales (ver tabla) y se proponen una serie de medidas e instrumentos para reducir dichas emisiones.

#### 3.2.2.1 Sector de transformación y producción de energía

Comprende las emisiones procedentes de combustibles quemados para la producción de energía y la conversión de formas primarias de energía en formas secundarias y posteriores transformaciones, así como las emisiones fugitivas -no debidas a la combustión- de las actividades de producción, procesado, almacenamiento y distribución de petróleo, gas natural y gases licuados, además de las originadas en la extracción y primer tratamiento de combustibles sólidos -hulla, antracita, y lignitos negro y pardo-, en actividades de minería a cielo abierto o subterránea.

En el año 2001 las emisiones de este sector representaron el 27,73% del total, mientras en

1990 suponía el 29,44%. En cuanto a la variación sobre el año base, las emisiones registraron un incremento en el 2001 del 25,37%.

Conforme los escenarios previstos en la 'Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de la red de Transporte 2002-20011' aprobada por el Gobierno, el crecimiento tendencial de las emisiones de dióxido de carbono en el año 2011 respecto de 1990 sería del 71,2%, mientras que la aplicación de todas las medidas de eficiencia tecnológica previstas en dicha Planificación, así como las contempladas en el Plan de Fomento de Energías Renovables aprobado por el Gobierno en 1999, lograrían que esa tendencia quedara reducida a un incremento del orden de un 35%. En esta cifra no se contemplan los efectos de las medidas de actuación sobre la demanda previstas en la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética.

Como se puede observar, a pesar del enorme esfuerzo que supone la transformación del parque de generación para atender una demanda eléctrica creciente, al tiempo que se trata de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, el resultado final de esta planificación supone un nivel de emisiones de equivalente en dióxido de carbono en el año 2011 del orden de un 35% superior al de 1990. Es evidente que este porcentaje supera el objetivo medio del 15% fijado para el conjunto del Estado español. Por tanto, será necesario arbitrar medidas adicionales que permitan reducir este nivel de emisiones, además de las que resulten de la revisión prevista de la planificación.

Consecuentemente en la Estrategia se proponen hasta un total de 26 nuevas medidas e instrumentos en cuatro áreas: estructura energética, aspectos económicos y fiscales, acciones sobre la demanda y medidas administrativas.

➤ Medidas relativas a la estructura energética:

- ✧ Impulsar las medidas oportunas para promover que las acciones de modernización del parque de generación eléctrica favorezcan las instalaciones menos intensivas en carbono y desincentiven las más intensivas, y -en todo caso- no dificulten el necesario impulso del desarrollo de energías renovables.
- ✧ Asegurar que la energía producida por cogeneración cumpla, como mínimo, el objetivo que marque la futura Directiva de Cogeneración.
- ✧ Prestar una particular y destacada atención al fomento de la biomasa, dada su relevancia al logro de los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables y su escaso desarrollo hasta la fecha. A tal efecto, impulsar cuantas medidas técnicas, administrativas y económicas sean precisas para primar esta fuente de energía e incrementar sustancialmente su desarrollo, prestando en todo caso particular atención a las implicaciones ambientales de las medidas y, en especial, a las relativas al cambio climático, así como a las características especiales de cada tecnología. Fortalecer la investigación en este campo constituye una condición básica para impulsar la biomasa. Por ello, se debe promover y potenciar esta actividad.
- ✧ Incremento de aprovechamiento hidráulico mediante la promoción de la rehabilitación de las minicentrales cerradas, mejora de las existentes y fomento de la instalación de turbinas en los embalses que carecen de ellas, siempre y cuando se respeten las exigencias ambientales establecidas respecto de caudales y del entorno fluvial.
- ✧ Procurar que los objetivos de incremento del suministro de biocombustibles fijados por la Unión Europea en la Directiva 2003/30/CE, sobre fomento del uso de biocarburantes, puedan ser superados en el caso español.
- ✧ Derivado de las previsiones establecidas por la Directiva 2003/30/CE, así como de nuevas perspectivas de aprovechamiento de ciertos residuos para obtener biodiésel (entre otros, aceites fritos y grasas animales), resultaría conveniente que se revisaran al alza los objetivos de producción de biocarburantes establecidos en el Plan de Fomento de las Energías Renovables.
- ✧ Fomentar acciones ejemplarizantes de las Administraciones Públicas, tales como dotar de energía solar a los Centros Educativos que lo soliciten.
- ✧ Obligatoriedad de que en la construcción y rehabilitación de los edificios de las Administraciones Públicas se instale, para el suministro de agua caliente sanitaria, energía solar térmica siempre que sea razonable desde el punto de vista coste-beneficio.
- ✧ Prestar una particular y destacada atención al fomento de la energía solar termoeléctrica, dado su nulo desarrollo en generación comercial hasta la fecha. A tal efecto, impulsar cuantas medidas técnicas, administrativas y económicas sean precisas para primar esta fuente de energía e incrementar sustancialmente su desarrollo. Fortalecer la investigación aplicada en este campo constituye una condición básica para impulsar la energía solar termoeléctrica. Por ello, se debe promover y potenciar esta actividad.
- ✧ De cara a un próximo futuro ha de tenerse en cuenta el papel del hidrógeno como com-

bustible. Por ello debe prestarse especial atención a las tecnologías basadas en dicho combustible mediante el impulso de cuantas medidas técnicas, administrativas y económicas sean necesarias para fomentar su desarrollo, teniendo en todo caso en cuenta las implicaciones ambientales. Fortalecer la investigación en este campo constituye una condición básica. Por ello se debe promover y potenciar esta actividad, en particular en lo que se refiere a la utilización de las energías renovables para la producción del hidrógeno.

- Medidas relativas a aspectos económicos y fiscales:
  - ✧ La imposición de los productos energéticos constituye uno de los instrumentos de que se dispone para alcanzar los objetivos de Kioto. Es este sentido, la Unión Europea ha adoptado una Directiva por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad, a cuyas normas España habrá de adaptar su sistema fiscal en este ámbito, dando cabal cumplimiento a los compromisos aceptados al dar su conformidad a la misma. Se considera de la mayor importancia que esta Directiva se incorpore con urgencia a la legislación española. Aparte de ello, y considerando que la política fiscal medioambiental en España no debería perjudicar la competitividad de las empresas, el bienestar de los ciudadanos y el crecimiento económico, las prioridades de este campo deberían situarse en conceder incentivos fiscales y reducciones de impuestos a las empresas o personas que mejoren el medio ambiente. Por ello, debería reflexionarse sobre la ampliación de la deducción por inversiones medioambientales, directamente relacionadas con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en el impuesto sobre sociedades, así como sobre la actualización de los porcentajes y períodos máximos de amortización de instalaciones para dicha finalidad.
  - ✧ Promover la reforma de las subvenciones que tengan considerables efectos negativos para el medio ambiente y sean incompatibles con el desarrollo sostenible.
  - ✧ Completar la normativa vigente a fin de dotar a las inversiones de las energías renovables y cogeneración de un marco de mayor predecibilidad y seguridad económica que contribuya al fortalecimiento de este tipo de inversiones.
  - ✧ Aplicación, por parte de las Entidades Locales, de las posibilidades de bonificación -que en el Impuesto sobre Actividades Económicas se les otorga- a las empresas que utilicen o produzcan energía a partir de instalaciones para el aprovechamiento de energías renovables o cogeneración.
  - ✧ Avanzar en la optimización de los instrumentos económicos para lograr una mayor eficiencia de los mismos en la promoción de la energía solar fotovoltaica.
  - ✧ Aplicación, por parte de las Entidades Locales, de las posibilidades de bonificación -que en el Impuesto sobre Bienes Inmuebles se les otorga- a los inmuebles destinados a viviendas en los que se hayan instalado sistema para el aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del Sol.
  - ✧ Evitar que el acceso a los incentivos se vea discriminado negativamente por el hecho de que existan ordenanzas municipales que impongan obligaciones para la implantación de la energía solar.
- Medidas relativas a acciones sobre la demanda:
  - ✧ Fomentar aquellas medidas que permitan influir sobre la demanda para un uso más racional de la energía. En concreto, impulsar aquellas medidas que proporcionen a los consumidores, de manera clara y comprensible, información sobre las fuentes de energía, así como los impactos asociados, y las emisiones de dióxido de carbono.
  - ✧ Establecer un programa de ejemplaridad en el uso racional de la energía por parte de las Administraciones en el que se contemplen objetivos, plazos e indicadores.
- Otras medidas administrativas:
  - ✧ Reforzar la promoción del ahorro de energía y del uso de energías renovables a través de medidas técnicas e instrumentos económicos que faciliten, en particular, el acceso de los consumidores a las energías renovables, la aplicación de medidas de ahorro energético y el uso eficiente de la energía. A tal efecto, se considera muy importante impulsar el pleno cumplimiento de los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables y la puesta en práctica a la mayor brevedad posible de una estrategia de eficiencia energética.
  - ✧ Transposición en plazo y ejecución inmediata de la Directiva 2001/80/CE de Grandes Instalaciones de Combustión.
  - ✧ Asegurar que en las futuras planificaciones de las Administraciones Públicas se tome en consideración el objetivo de alcanzar una reducción de emisiones conforme al Artículo 2 del 6º Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, que señala que "se regirá por un objetivo a largo plazo de un aumento máximo en la temperatura del Planeta de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y una concentración de dióxido de carbono inferior a 550 ppm. A más largo plazo, es posible que ello requiera una reduc-

ción general en un 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero en relación con 1990, según los datos del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático”.

- ✧ Transponer en el plazo adecuado la Directiva 2001/77/CE relativa a la Promoción de la Electricidad generada a partir de Fuentes de Energía Renovables en el Mercado Interior de Electricidad.
- ✧ Fomentar la aprobación de ordenanzas municipales para que en todo edificio que se construya o reforme se pueda llegar a disponer, en un plazo razonable, de agua caliente sanitaria mediante sistemas de energía solar térmica.
- ✧ Continuar reforzando las acciones en curso para asegurar la prioridad a la electricidad procedente de fuentes de energía renovables en cuanto al acceso a las redes eléctricas.
- ✧ Mejorar las medidas de coordinación necesarias entre las Administraciones competentes en materias tales como agricultura, forestal, industria y medio ambiente, tendentes a favorecer el desarrollo de proyectos y a superar las barreras para el aprovechamiento de la biomasa.
- ✧ Potenciar la integración de diferentes fuentes de energías renovables en un mismo emplazamiento.

### 3.2.2.2 Sector industrial

Las emisiones del sector industrial proceden del consumo final de combustibles en la industria -excluido el consumido en la transformación y auto producción de energía-, de los procesos industriales -hierro y acero, metales no ferrosos, químicas orgánicas o inorgánicas, productos minerales no metálicos, etc.-, de la utilización de disolventes, y de la producción y uso de los gases: carburos hidrofúorados y perfluorados, y hexafluoruro de azufre.

En el año 2001, las emisiones de este sector representaron el 23,85% del total mientras en 1990 suponía el 24,39%. Respecto de la variación sobre el año base, las emisiones de este sector registraron en el 2001 un aumento del 26,13%.

Para reducir estos incrementos, la estrategia contempla 32 medidas agrupadas por gases y subsectores cuyo objeto es la mejora de los procesos industriales y la utilización de combustibles y sistemas energéticos con una mayor eficiencia. En concreto, es necesario mejorar los niveles de eficiencia energética, y en particular promover prácticas y políticas de precios energéticos que, sin poner en riesgo la competitividad de las empresas, no desincentiven el ahorro y la eficiencia energética.

#### ➤ Dióxido de carbono:

- ✧ Producción de cemento:
  - ⇒ Gestión de la demanda: impulsar todas aquellas acciones que fomenten un uso más racional del cemento.
  - ⇒ Inversión tecnológica y optimización energética del proceso de fabricación del clínker.
  - ⇒ Adiciones al cemento: el incremento del ratio cemento/clínker supone una reducción de las emisiones de dióxido de carbono al ser éste el responsable de la práctica totalidad de las emisiones procedentes de la fabricación del cemento. Para un mejor conocimiento de las ventajas del uso de adiciones al clínker en términos de emisiones, es necesario realizar un estudio basado en el análisis del ciclo de vida comparativo de los aditivos y del clínker.
- ✧ Industria de la cal:
  - ⇒ Cambio de combustible: promoción del uso de gas natural como combustible (precios más competitivos) y abastecimiento directo de la red de distribución, así como de otros combustibles alternativos como la biomasa (orujo de uva, etc.).
  - ⇒ Eficacia del rendimiento térmico: modernización de instalaciones con apoyo institucional por parte de las administraciones; por ejemplo, cambio progresivo de los hornos existentes a hornos verticales de flujo paralelo regenerativo, e incorporación de bombas de calor.
- ✧ Fabricación de tejas y ladrillos:
  - ⇒ Optimización energética de la industria a través de mejoras en procesos y equipos mediante la aplicación generalizada de las recomendaciones oficiales más exigentes vigentes en esta materia que sean económicamente viables.
  - ⇒ Uso progresivo del gas natural como sustituto del fuel.
- ✧ Fabricación de vidrio:
  - ⇒ Cambio de combustible: favorecer el uso de gas natural, la cogeneración, el aprovechamiento de los gases y la recuperación de calor residual para la mejora de rendimientos.

- ⇒ Mejora de la tecnología y el diseño de los hornos.
- ⇒ Aumento de la proporción de vidrio reciclado, tomando en consideración las distintas características del vidrio, ya sea hueco o plano.
- ✧ Fabricación de cerámica:
  - ⇒ Medidas de ahorro energético en el proceso; por ejemplo, sustitución del horno de túnel por horno de mufla o de llama directa.
  - ⇒ Fomento de la cogeneración.
- ✧ Siderurgia:
  - ⇒ Cambio de combustible: eliminación del uso del fuel y sustitución por gas natural allí don-de sea posible.
  - ⇒ Paso a la producción no integral, en la medida de lo posible, lo que disminuye las emisiones de dióxido de carbono no energético.
  - ⇒ Incrementar la tasa de inyección de carbón pulverizado a los altos hornos, como sustitutivo parcial del coque.
  - ⇒ Incorporación de procesos de recuperación de calor a baja temperatura.
- ✧ Industria química:
  - ⇒ Cambio de combustible: favorecer el mayor uso de combustibles menos intensivos en carbono, como el gas natural, y sistemas como la cogeneración.
  - ⇒ Optimización energética por modernización tecnológica y mejora de procesos en todos los subsectores donde sea posible.
- ✧ Industria alimentaria:
  - ⇒ Cambio de combustible: favorecer el mayor uso de combustibles menos intensivos en carbono, como el gas natural, y sistemas como la cogeneración.
  - ⇒ Optimización energética en los procesos productivos, mediante modernización tecnológica, como por ejemplo la llevada a cabo en la mejora de los procesos de evaporación en la producción de concentrados lácteos y de azúcar de remolacha.
- Óxido nítrico:
  - ✧ Ácido nítrico: las medidas consideradas en la producción de ácido nítrico se basan en la instalación de reducción catalítica, con una reducción neta del óxido nítrico.
    - ⇒ Impulsar todas aquellas medidas que fomenten el uso más racional de la demanda de ácido nítrico.
    - ⇒ Optimización del proceso de producción.
- Carburos hidrofluorados y perfluorados:
  - ✧ Adoptar las medidas para facilitar el cumplimiento del Reglamento 2037/2000, que establece unos calendarios de limitación del uso y producción de carburos clorofluorados e hidroclorofluorados más tempranos y estrictos que los del Protocolo de Montreal.
  - ✧ Se deberá adoptar las medidas necesarias para que la normativa actualmente en curso de elaboración en la Unión Europea sea aplicada a fin de reducir las fugas de carburos hidrofluorados, así como su sustitución -en todos los usos y aplicaciones donde exista- por alternativas ambientalmente más seguras, siempre que sea técnica y económicamente viable.
  - ✧ Se progresará en los trabajos para poder alcanzar lo antes posible una plena sustitución de los carburos hidrofluorados.
- Hexafluoruro de azufre:
  - ✧ Reducir las fugas de las instalaciones, por ejemplo mediante la mejora de las bombas utilizadas para circular el hexafluoruro de azufre o el desarrollo de equipos más compactos.
  - ✧ Reutilizar el hexafluoruro de azufre de equipos no utilizables.
  - ✧ Sustitución del hexafluoruro de azufre por alternativas ambientalmente más seguras en aquellos usos donde sea económica y técnicamente viable.
  - ✧ Formación del personal que manipule el hexafluoruro de azufre.
  - ✧ Control de las emisiones en las diferentes fases del ciclo de vida de los equipos.

### **3.2.2.3 Sector del transporte**

Las emisiones de este sector proceden de la quema y evaporación del combustible empleado en los distintos modos de transporte: aéreo, marítimo, ferroviario y por carretera). Las emisiones derivadas del consumo de electricidad a partir de la red general de distribución y del refinado de combustibles se computan en el sector de producción y transformación de la energía, y no en los sectores consumidores finales, como es el del transporte.

En el año 2001, las emisiones de este sector representaron el 23,96% del total mientras en

1990 suponía el 20,34%. En cuanto a la variación sobre el año base, las emisiones registraron un incremento en el 2001 del 56,77%.

El transporte de viajeros y mercancías es señalado con insistencia como el sector que más dificultades ofrece a la hora de contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, básicamente el dióxido de carbono. Ahora bien, dado que existen posibilidades de cambio de las políticas del transporte, la existencia de estas dificultades no puede ser obstáculo para la aplicación de medidas en este sector.

Siendo las emisiones de metano y óxido nitroso prácticamente testimoniales -ligeramente por encima del 2% del total-, se justifica que el dióxido de carbono sea el único gas objetivo de las políticas de limitación de emisiones. Para lograr este objetivo la Estrategia propone un total de 42 medidas destinadas a cuatro ámbitos concretos:

- Mejora de la eficiencia energética de los distintos modos de transporte, en particular la carretera y la aviación por ser los modos en que se producen las mayores emisiones por unidad de transporte.
  - ✧ Mejora tecnológica de los vehículos:
    - ⇒ Mejora de la eficiencia energética de los automóviles nuevos: aplicación del acuerdo con la Asociación de Constructores Europeos de Automóviles en materia de reducción de emisiones de los vehículos nuevos, mediante una combinación de innovaciones tecnológicas y de cambios en el mercado.
    - ⇒ Desarrollo de nuevas tecnologías de motores: desarrollo de nuevas tecnologías, como el motor de hidrógeno y la pila de combustible.
    - ⇒ Renovación acelerada del parque de turismos: incluye planes equivalentes a los RE-NOVE y PREVER ya activos, con un énfasis particular en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
    - ⇒ Mejora de la conservación del parque de vehículos de turismo: comprende el control de consumos y la implantación de dispositivos a bordo de los vehículos.
    - ⇒ Renovación de flotas de aviones: se estima una reducción apreciable del consumo, con efectos positivos adicionales en la reducción de ruido y otras emisiones.
    - ⇒ Renovación acelerada del parque de vehículos industriales: parte ya realizada por el Plan Estratégico del Transporte de mercancías por carretera, pero con un énfasis particular en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
    - ⇒ Promoción de la renovación tecnológica del parque móvil ferroviario.
    - ⇒ Promoción de la renovación del parque móvil asociado a otras infraestructuras del transporte, como los vehículos de servicio de los aeropuertos, con un énfasis particular en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
  - ✧ Mejora del rendimiento de los carburantes:
    - ⇒ Fomento de fuentes de energía alternativas: fomento de la tracción eléctrica y del uso de biocarburantes, gases licuados del petróleo y gas natural.
    - ⇒ Es preciso realizar los esfuerzos necesarios para modificar al alza los objetivos de producción de biocarburantes (bioetanol y biodiésel) establecidos en el Plan de Fomento de las Energías Renovables, de manera que se alcance el objetivo del 5,75% de cuota de mercado en el 2010 que establece la recientemente aprobada Directiva 2003/30/CE, relativa al fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte.
  - ✧ Optimización de las condiciones de explotación:
    - ⇒ Reducción de los límites de velocidad para turismos, y control del funcionamiento del dispositivo de velocidad para vehículos pesados.
    - ⇒ Promoción de las medidas destinadas a lograr una mayor racionalidad en el transporte aéreo.
    - ⇒ Mejora del tráfico aéreo mediante los sistemas de comunicación, navegación, vigilancia y gestión del tráfico aéreo de la Organización de Aviación Civil Internacional.
    - ⇒ Mejoras operacionales del transporte aéreo.
    - ⇒ Mejor gestión de la capacidad de carga del transporte de mercancías por carretera.
    - ⇒ Optimización logística de la distribución de mercancías en ciudades.
    - ⇒ Mejora de las condiciones de diseño de las infraestructuras del transporte por carretera y ferroviario, a fin de mejorar la eficiencia energética de los modos de transporte y reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.
    - ⇒ Fomento y apoyo a la implantación de sistemas de gestión ambiental, especialmente el Sistema comunitario de Ecogestión y Auditoría Ambiental.

- ⇒ Etiquetado ecológico de los vehículos.
      - ⇒ Campañas de sensibilización sobre: la conveniencia de reducir la velocidad; el impacto ambiental del automóvil y la necesidad de reducir su uso; los beneficios del transporte colectivo y en defensa de los modos no motorizados; y la mejora de la conservación de los vehículos y del estilo de conducción.
      - ⇒ Implantación de una formación inicial y otra continua, en línea con la futura Directiva de formación de conductores profesionales, con énfasis en la formación de los transportistas en áreas como la conducción económica y el mantenimiento y explotación del vehículo.
      - ⇒ Implantación de auditorías y certificaciones ambientales en empresas del transporte.
- Promoción de la intermodalidad del sistema de transportes en su conjunto, mediante el traspase desde los modos más ineficientes -desde el punto de vista de las emisiones- a los más eficientes.
  - ⇒ Fomento del autobús y del ferrocarril interurbano, que incluye -en este último caso- la mejora de la infraestructura ferroviaria y el apoyo al transporte combinado.
    - ⇒ Fomento del transporte colectivo urbano, que incluye toda una serie de acciones tales como la mejora de la oferta del transporte colectivo, tanto por autobús como por ferrocarril de cercanías o metropolitano; el incentivo de su uso mediante medidas tarifarias, fiscales, etc.; la integración tarifaria, física y administrativa del transporte colectivo en áreas metropolitanas; el establecimiento de plataformas reservadas y otras medidas preferenciales para el transporte colectivo; y la disciplina de aparcamiento.
    - ⇒ Fomento de la limitación de la circulación y aparcamiento de automóviles en zonas urbanas.
    - ⇒ Fomento de los modos no motorizados, con apoyo a la movilidad peatonal y en bicicleta.
    - ⇒ Planes de transporte en empresas y administraciones públicas, que incluye la promoción de alternativas al vehículo privado para el acceso al centro de trabajo; incentivos para modos no motorizados, transporte colectivo -de empresa o regular- y uso compartido del vehículo privado; y la revisión de las facilidades de acceso en vehículo privado al centro de trabajo.
    - ⇒ Consideración, por parte de las Administraciones Autonómicas y las Entidades Locales, de la mejora del acceso en transporte público a los polígonos industriales o empresariales. A este respecto es especialmente importante, sobre todo en grandes áreas metropolitanas, la conexión de los polígonos con las estaciones de Cercanías-RENFE o del transporte suburbano, mediante autobuses lanzadera.
    - ⇒ Promoción del transporte marítimo de cabotaje y del de corta distancia.
- Medidas cuyo objetivo es racionalizar la demanda con la intención de reducir la necesidad del transporte motorizado, facilitando la accesibilidad. En este ámbito se estima que la fiscalidad tiene un importante papel que desempeñar como parte de una combinación adecuada de instrumentos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
  - ⇒ Una adecuada política de precios para el aparcamiento en destino en el centro de las ciudades, mecanismo de gran eficacia si se combina con una rigurosa política de disciplina del aparcamiento.
    - ⇒ Modificación de la tarificación del combustible del transporte aéreo.
    - ⇒ Modificación de la fiscalidad del transporte por carretera:
      - ⇒ aumento de los impuestos del carburante para la creación de un fondo con el objeto de adquirir certificados de reducción de emisiones;
      - ⇒ modificar la estructura impositiva en función de las emisiones, a través del aumento de los impuestos del carburante y la reducción de los impuestos fijos sobre los vehículos.
    - ⇒ Tarificación del uso de las infraestructuras viarias interurbanas.
    - ⇒ Tarificación del uso de las infraestructuras viarias en ámbitos urbanos.
    - ⇒ Introducción de impuestos sobre el carburante de aviación.
    - ⇒ Para facilitar la aplicación y el cumplimiento de las medidas de racionalización de la demanda, fomentar el transporte público, mejorando su oferta, frecuencia y puntualidad, y favoreciendo el uso de tecnologías limpias en los mismos, así como su accesibilidad para personas discapacitadas.
    - ⇒ Medidas administrativas, tanto sobre el transporte por carretera como sobre la planificación del territorio, que ayuden a reducir las necesidades de transporte.
- Otras medidas adicionales:

- ◇ Reforzar las inversiones en infraestructuras del transporte para:
  - ⇒ el impulso del transporte por ferrocarril, y en particular el convencional (velocidad hasta 220 km/h), especialmente para mercancías;
  - ⇒ el transporte colectivo;
  - ⇒ el incentivo de planes de transporte que favorezcan los modos no motorizados;
  - ⇒ la reducción de las necesidades de movilidad.
- ◇ Racionalizar la demanda con la intención de reducir la necesidad del transporte aéreo, facilitando la accesibilidad.
- ◇ Estimular políticas de ordenación del territorio que favorezca la disminución del transporte obligado.
- ◇ Impulsar medidas que favorezcan la movilidad no motorizada en las ciudades, ofreciendo alternativas que disuadan positivamente del uso de vehículos -en particular no colectivos-, como por ejemplo:
  - ⇒ planes de peatonalización de las áreas declaradas de interés histórico-artístico;
  - ⇒ reestructuración del espacio público urbano;
  - ⇒ limitación de la circulación y aparcamiento de vehículos de motor y no colectivos.
- ◇ Avanzar en la evaluación e internalización de los costes externos generados por los distintos modos de transporte.

#### **3.2.2.4 Sectores residencial, comercial e institucional**

Las emisiones de los sectores residencial, comercial e institucional proceden de la quema de combustibles en los edificios. La mayor parte de las medidas del sector tienen como objetivo reducir las emisiones directas e indirectas de dióxido de carbono, mediante actuaciones sobre la demanda de energía, dado que este gas contribuye en más de un 90% a las emisiones directas y en gran medida también a las indirectas. Es decir, al igual que en otras actividades es importante recalcar que las emisiones imputables a estos sectores se corresponden con el consumo de energía final, por lo que no se computan las derivadas de la producción y transformación, que se hace en el sector energético. En consecuencia, el consumo de electricidad procedente de las redes públicas de distribución no conlleva la imputación de emisiones a este sector.

En el año 2001, las emisiones de este sector representaron el 6,40% del total mientras en 1990 suponía el 6,29%. Respecto de la variación sobre el año base, las emisiones de este sector registraron en el 2001 un aumento del 35,26%.

De la lista de posibles medidas, en la Estrategia se han identificado 45 medidas e instrumentos distinguiendo entre las correspondientes a edificios existentes y a los edificios nuevos, de los subsectores residencial e institucional y comercial. Las medidas propuestas en cada caso cubren tres tipos de acciones: acciones sobre la envolvente edificatoria; acciones sobre las instalaciones y equipos; y acciones sobre el consumo.

Además, sin menoscabo de las medidas e instrumentos mencionados, y dada la importancia del parque de edificios e instalaciones turísticas y de ocio en España, se subraya la conveniencia de impulsar planes que aborden, en todas sus facetas -incluida la de financiación-, la manera en que estos edificios e instalaciones puedan -en su diseño, explotación y mantenimiento- incrementar su eficiencia en términos de emisiones de gases de efecto invernadero.

- Edificios existentes en el subsector residencial, acciones sobre la envolvente edificatoria:
  - ◇ Instalación de ventanas con cristal sencillo retranqueadas o sustitución por otras de doble acristalamiento y cámara de aire.
  - ◇ Instalación de burletes en los cerramientos de ventanas y cajas de persianas para reducir las infiltraciones de aire.
  - ◇ Aislamiento en muros y cubiertas, eliminación de barreras (cuberradiadores) para la buena emisión de calor por los radiadores, y aislamiento de puentes térmicos y capialzados de persianas.
  - ◇ Aplicación de medidas para reducir la carga de refrigeración, dada la creciente importancia de las demandas de refrigeración, sobre todo en las Comunidades de clima más cálido y soleado, mediante acciones tales como:
    - ⇒ instalación de láminas de control solar en la superficie interior de vidrios en las fachadas con orientación hacia el Sol;
    - ⇒ colocar vidrios aislantes del calor;
    - ⇒ oscurecer las ventanas;
    - ⇒ aumentar la cantidad de luz reflejada por el edificio;
    - ⇒ aislar o instalar barreras radiantes en el tejado;
    - ⇒ plantar árboles o vegetación que proporcione refrigeración mediante la sombra y la

- evapotranspiración;
  - ⇒ reducir la infiltración en los espacios con aire acondicionado.
- ✧ Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre la envolvente edificatoria.
- Edificios existentes en el subsector residencial, acciones sobre las instalaciones y equipos:
  - ✧ Sustitución de las calderas de calefacción y de agua caliente sanitaria con antigüedad superior a 15 años en comunidades de propietarios por calderas con marcado energético. Sobre el parque actual -50.000 comunidades de propietarios con calefacción y agua caliente centralizadas, con un promedio de 1,7 calderas por comunidad-, el 40% tiene más de 15 años.
  - ✧ Promover acciones de sustitución de combustibles líquidos por alternativas que supongan un menor nivel de emisiones.
  - ✧ Reactivación de los programas de gestión de la demanda previstos en la Ley 54/1997, del Sector Eléctrico. Dichos programas no sólo consisten en campañas de divulgación y concienciación, sino también en el establecimiento de incentivos económicos para que la decisión del consumidor se incline hacia los dispositivos de bajo consumo y para que los dispositivos que entran en el mercado sean los más eficientes energéticamente. Esta acción se puede llevar a cabo mediante la aplicación de medidas tales como:
    - ⇒ la sustitución de bombillas incandescentes -suponen un mayor consumo eléctrico, menor duración y rendimiento luminoso que se va deteriorando- por lámparas de bajo consumo;
    - ⇒ la reposición natural de equipos por otros más eficientes energéticamente;
    - ⇒ la formación de vendedores sobre etiquetado energético obligatorio en los electrodomésticos;
    - ⇒ fomentar acuerdos voluntarios con fabricantes y comerciantes que promuevan la sustitución de modelos menos eficientes por otros de alta eficiencia energética, como por ejemplo: cocinas y hornos con sistemas no basados en resistencias eléctricas; y lavadoras y lavavajillas bitérmicos;
    - ⇒ promover la extensión de la implantación del etiquetado energético en los aparatos que actualmente carecen de él.
  - ✧ Promover que los consumidores utilicen sistemas no eléctricos, especialmente calentadores solares y calderas de condensación por gas.
  - ✧ Promover sistemas de refrigeración y ventilación eficientes y de bajo consumo: enfriadores evaporativos, ventiladores de techo, etc.
  - ✧ Promover acciones de sustitución de equipos que contengan gases fluorados por otras alternativas ambientalmente más seguras, siempre que sean técnica y económicamente viables. Así mismo, asegurar que mediante inspecciones periódicas se reduzcan las fugas en los equipos que contengan dichos gases fluorados.
  - ✧ Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre instalaciones y equipos.
  - ✧ Inspección periódica de calderas con potencia nominal mayor que 20 kW (Directiva 2002/91/CE).
  - ✧ Inspección periódica de los sistemas de aire acondicionado con potencia nominal superior a 12 kW (Directiva 2002/91/CE).
- Edificios existentes en el subsector residencial, acciones sobre el consumo:
  - ✧ Distribución del gasto en calefacción colectiva según el consumo individual. Una vez transpuesta la Directiva SAVE 93/76/CEE mediante el 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.
  - ✧ Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre el consumo.
  - ✧ Puesta en aplicación, a la mayor brevedad posible, de la Directiva 2002/91/CE, sobre Certificación Energética de Edificios.
- Edificios existentes en el subsector comercial e institucional, acciones sobre la envolvente edificatoria:
  - ✧ Instalación de ventanas con cristal sencillo retranqueadas o sustitución por otras de doble

- acristalamiento y cámara de aire.
- ✧ Aislamiento en muros y cubiertas, eliminación de barreras (cuberradiadores) para la buena emisión de calor por los radiadores, y aislamiento de puentes térmicos y capitalizados de persianas.
- ✧ Aplicación de medidas para reducir la carga de refrigeración, dada la creciente importancia de las demandas de refrigeración, sobre todo en las Comunidades de clima más cálido y soleado, mediante acciones tales como: instalación de láminas de control solar en la superficie interior de vidrios en las fachadas con orientación hacia el Sol; colocar vidrios aislantes del calor; oscurecer las ventanas; aumentar la cantidad de luz reflejada por el edificio; aislar o instalar barreras radiantes en el tejado; plantar árboles o vegetación que proporcione refrigeración mediante la sombra y la evapotranspiración; reducir la infiltración en los espacios con aire acondicionado.
- ✧ Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre la envolvente edificatoria.
- Edificios existentes en el subsector comercial e institucional, acciones sobre las instalaciones y equipos:
  - ✧ Instalación de sistemas de cogeneración para autoconsumo en edificios con más de 3.000 horas al año de uso y más de 3.000 MWh de consumo. En la Administración Pública el instrumento sería el desarrollo de la Directiva SAVE 93/76/CEE y la inversión y amortización plurianual en sus edificios.
  - ✧ Inspección periódica de calderas con potencia nominal mayor que 20 kW (Directiva 2002/91/CE).
  - ✧ Sustitución de las calderas de calefacción y agua caliente sanitaria con más de 15 años de antigüedad por calderas con marcado energético. De los 224.000 edificios con calderas, el 40% tiene más de 15 años.
  - ✧ Promover acciones de sustitución de combustibles líquidos por alternativas que supongan un menor nivel de emisiones.
  - ✧ Elaborar el reglamento de eficiencia energética en iluminación, dado que se estima que su consumo es el 70% del total en iluminación, ofimática y movimiento.
  - ✧ Promoción de un uso más eficiente de sistemas de iluminación mediante la adopción de medidas tales como:
    - ⇒ reemplazar las bombillas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas;
    - ⇒ reemplazar los tubos fluorescentes estándar por otros eficientes;
    - ⇒ reemplazar los balastos estándar de los fluorescentes por otros electrónicos o magnéticos de alta eficacia;
    - ⇒ reducir el resplandor molesto y hacer un uso adecuado de la luz natural;
    - ⇒ instalar reflectores ópticos y retirar las lámparas que dejen de ser necesarias;
    - ⇒ instalar sensores de ocupación y/o sistemas de control inteligentes.
  - ✧ Aplicación de medidas para reducir la carga de refrigeración, dada la creciente importancia de las demandas de refrigeración, sobre todo en las Comunidades de clima más cálido y soleado, mediante acciones tales como:
    - ⇒ mejorar la eficiencia del equipo de iluminación;
    - ⇒ reemplazar el equipamiento de oficina ineficiente por modelos de alta eficiencia;
    - ⇒ dar salida al calor de fuentes localizadas, tales como ciertas máquinas utilizadas en las oficinas.
  - ✧ Implantación de un conjunto de medidas para mejorar la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado. Estas medidas pueden ser, entre otras, las siguientes:
    - ⇒ para los sistemas centrales de aire acondicionado: dimensionar adecuadamente la bomba de la torre de refrigeración; usar el control entálpico para reducir la carga del enfriador; aumentar los puntos de consigna de la temperatura; reducir las pérdidas de aire y las infiltraciones en las habitaciones; operar los ventiladores de acuerdo con las cargas; usar compresores, bombas y motores más eficientes; sustituir equipos de compresión por los de evaporación, siempre que sea factible; y garantizar la inspección periódica de los sistemas.
    - ⇒ para los sistemas no centralizados de aire acondicionado: fomentar acuerdos voluntarios con fabricantes y comerciantes que promuevan la sustitución de modelos menos eficientes por otros de alta eficiencia energética; promover mejores sistemas de control; promoción de servicios especializados de acondicionamiento energético de locales, gestionados por compañías de servicios energéticos integrados; y garantizar

- la inspección periódica de los sistemas con potencia nominal superior a 12 kW.
- ◇ Promover acciones de sustitución de equipos que contengan gases fluorados por otras alternativas ambientalmente más seguras, siempre que sean técnica y económicamente viables. Así mismo, asegurar que mediante inspecciones periódicas se reduzcan las fugas en los equipos que contengan dichos gases fluorados.
  - ◇ Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre instalaciones y equipos.
- Edificios existentes en el subsector comercial e institucional, acciones sobre el consumo:
- ◇ Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre el consumo.
  - ◇ Puesta en aplicación, a la mayor brevedad posible, de la Directiva 2002/91/CE, sobre Certificación Energética de Edificios.
- Edificios nuevos, acciones sobre la envolvente edificatoria:
- ◇ Promover mecanismos de incentivación de la construcción de edificios energéticamente eficientes.
  - ◇ Aplicación de las exigencias de limitación de la demanda de la normativa de la edificación (Directiva 2002/91/CE).
  - ◇ Revisión urgente de la normativa técnica de edificación para que se incorporen criterios bioclimáticos en la misma al objeto de lograr, entre otros, el máximo aprovechamiento de la energía solar pasiva para iluminación y climatización, un mayor y mejor aislamiento térmico, y la integración arquitectónica y preinstalación de colectores solares térmicos y módulos fotovoltaicos. Así mismo, en dicha revisión deberían reforzarse las medidas para reducir las cargas de refrigeración en los edificios nuevos. Entre estas medidas cabría contemplar:
    - ⇒ prestar atención a la forma del edificio y su orientación para minimizar las ganancias de calor radiante y solar no deseadas, y para maximizar la ventilación y la luz natural;
    - ⇒ utilizar materiales adecuados para reducir las ganancias solares, por ejemplo, aislantes, barreras de radiación, superficies coloreadas, etc.;
    - ⇒ optimizar la masa térmica del edificio de forma que el efecto refrigerante de la noche se retrase a las horas del día;
    - ⇒ cuando sea posible, utilizar el paisaje y la vegetación para proporcionar sombra, corrientes de aire y evapotranspiración.
- Edificios nuevos, acciones sobre las instalaciones y equipos:
- ◇ Adopción de sistemas alternativos, técnica, ambiental y económicamente viables, tales como sistemas descentralizados de producción de energía basados en energías renovables, sistemas de cogeneración, calefacción o refrigeración central o urbana, o bombas de calor.
  - ◇ Promover acciones de utilización de equipos que no contengan gases fluorados y constituyan alternativas ambientalmente más seguras, y que sean técnica y económicamente viables.
  - ◇ Revisar el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.
  - ◇ Obligación de dotar de termostato de ambiente a todas las viviendas con calefacción o refrigeración.
  - ◇ Promover la adopción de medidas que obliguen a incrementar, en el mayor porcentaje posible, la obtención del agua caliente sanitaria para los edificios mediante la instalación de equipos de energía solar térmica.
  - ◇ Aplicación de nuevas exigencias sobre energía solar fotovoltaica en la normativa de la edificación.
  - ◇ Aplicación de las exigencias de rendimiento de las instalaciones de iluminación de la normativa de la edificación.
- Edificios nuevos, acciones sobre el consumo:
- ◇ Aplicación de la Certificación energética de edificios CALENER (Directiva 2002/91/CE).

### **3.2.2.5 Sector de la agricultura y la ganadería**

Las actividades del sector agrario que producen emisiones de gases de efecto invernadero se corresponden con las categorías de combustión agraria -maquinaria agrícola, excluyendo el transporte agrícola por carretera-, y explotaciones agrícolas -cultivo de arroz, suelos agrícolas y quema in-situ de residuos agrícolas- o ganaderas -fermentación entérica y detritos de animales-.

Si bien las emisiones de dióxido de carbono de la combustión de combustibles representa el 20,39% del total de este sector, son aún más importantes las correspondientes a metano de la digestión y detritos de animales que representan más del 31% y las de óxido nítrico procedentes de los suelos agrícolas que superan el 33%.

En el año 2001, las emisiones de este sector representaron el 14,10% del total mientras en 1990 suponía el 16,27%. Respecto de la variación sobre el año base, las emisiones de este sector registraron en el 2001 un aumento del 15,37%.

Considerando las peculiaridades del sector agrario español, la Estrategia subraya que las medidas a adoptar deban comenzar por la identificación de las zonas agrarias potencialmente más emisoras de gases de efecto invernadero, las de mayor intensidad en la aplicación de abonos minerales y las zonas vulnerables -declaradas en cumplimiento de la Directiva 91/676/CE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola-, para posteriormente aplicar en cada caso las soluciones más idóneas.

Por otra parte, el objetivo general de las actuaciones en el sector agrario debe ser la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura y ganadería sin que ello implique una reducción de la actividad agraria en España, y facilitar a la par efectos beneficiosos, en términos de incremento de sumideros o reducción de emisiones en otros sectores, tal es el caso de:

- La absorción de dióxido de carbono a través de la creación de cubiertas vegetales agrarias de carácter arbóreo o arbustivo, como sumideros permanentes (que se computan, como se explica más adelante, en el sector de cambios de uso de la tierra y bosques).
- La menor emisión de dióxido de carbono por disminución de la fabricación de abonos minerales (cuya contabilización queda englobada en el sector industrial) y de labores agrícolas mecanizadas.
- La reducción de metano de anaerobiosis por utilización de residuos en la agricultura (cuya contabilización se realiza en la reducción del metano en vertederos que se describe más adelante).

A estos fines en la Estrategia se proponen un conjunto de 16 medidas e instrumentos que cubren desde la mejora del conocimiento y control de las fuentes de emisión, pasando por la potenciación de acciones vigentes hasta aquellas total o parcialmente nuevas destinadas a la limitación y reducción de emisiones:

- Medidas para mantener un adecuado conocimiento y control de las fuentes de emisión y poder optimizar el uso de recursos en la reducción de emisiones:
  - ✧ Inventario de zonas agrarias de mayor potencial de emisión de gases de efecto invernadero para diseñar planes concretos de acción.
  - ✧ Información, promoción e incentivación para el cumplimiento eficaz de las normativas de la Unión Europea y nacional, relativas a la reducción del uso de abonos minerales y productos fitosanitarios, así como para la aplicación de los códigos de buenas prácticas agrícolas.
  - ✧ Desarrollo de programas para reducir emisiones aplicados a zonas de explotaciones agrícolas y ganaderas intensivas.
  - ✧ Coordinación de las políticas agrarias con otros sectores de actividad que generan subproductos susceptibles de uso en la agricultura.
  - ✧ Medidas de apoyo a la racionalización de la gestión de estiércoles y otros residuos ganaderos y a la mejora de las características de los alimentos de la ganadería intensiva.
  - ✧ Incremento de la actividad de investigación y desarrollo relacionada con la interacción agricultura-medio ambiente, así como de los factores de emisión de las principales actividades agrarias.
- Medidas vigentes destinadas a la limitación y reducción de emisiones:
  - ✧ Potenciación de las medidas agroambientales del Programa de Desarrollo Rural, de carácter voluntario para los interesados, que contribuyan a la reducción de emisiones, en particular:
    - ⇒ Extensificación de la producción agraria.
    - ⇒ Racionalización del consumo de productos químicos, fertilizantes y fitosanitarios. Se fomentará para ello la agricultura ecológica y las técnicas de producción integrada.
    - ⇒ Protección de humedales con medidas encaminadas a la reducción del uso de abonos y productos fitosanitarios, especialmente la disminución de la fertilización nitrogenada de síntesis en el cultivo del arroz.
    - ⇒ Gestión integrada de las explotaciones agrícolas y ganaderas, conforme a las prácticas establecidas en la normativa reguladora, en especial en lo que se refiere a la quema de rastrojos agrícolas y de matorrales en zonas de pasto, así como al cum-

- plimiento de las cargas ganaderas que correspondan en cada caso.
- ⇒ Reducción parcial o total del laboreo en cultivos leñosos en zonas con pendientes superiores al 10%, o de riesgo alto de erosión.
- ⇒ Forestación de tierras agrarias.
- ⇒ Planes de acción en zonas vulnerables en cuanto a contaminación de aguas subterráneas por nitratos de origen agrícola, en las que se tiene que rebajar el exceso de aportación de nitrógeno mediante la aplicación de un código de buenas prácticas agrícolas, y de limitaciones y restricciones en la aplicación de fertilizantes nitrogenados.
- Medidas total o parcialmente nuevas destinadas a la limitación y reducción de emisiones:
  - ✧ Utilización agrícola del compost de lodos de depuradoras o procedentes de residuos sólidos urbanos -previa recogida selectiva en origen- que hayan sido previamente tratados y que cumplan las exigencias necesarias para garantizar que no se superen, en ningún caso, los valores límite de concentración de metales pesados que pueda recibir cada tipo de suelo y cultivo, así como los establecidos en el Real Decreto 1310/90, por el que se transpone a nuestro derecho interno la Directiva 86/278/CE, relativa a la protección de los suelos en la utilización de los lodos de depuradoras en la agricultura.
  - ✧ Utilización agrícola, así mismo, de compost procedente de residuos agrícolas o ganaderos, con las cautelas en el segundo caso establecidas por la normativa de aplicación, en especial la relacionada con la contaminación producida por nitratos de origen agrario.
  - ✧ Sustitución de cultivos agrícolas abandonados por cultivos energéticos para la producción de biomasa, bioaceites y bioalcoholes.
  - ✧ Potenciar la actividad de investigación y desarrollo sobre limitación y reducción de emisiones en el sector agrario.

### 3.2.2.6 Sector de la gestión de residuos

Las emisiones procedentes de los residuos se originan en la descomposición de la materia orgánica de los vertederos y las aguas residuales, así como en la incineración de desperdicios no orgánicos cuando no constituya parte del esquema de obtención de energía. Al igual que en el sector agrario, las emisiones de dióxido de carbono procedentes de residuos orgánicos no son computables a efectos del Protocolo de Kioto. Sin embargo, la parte no orgánica sí se contabiliza.

En el año 2001, las emisiones de este sector representaron el 3,96%% del total mientras en 1990 suponía el 3,27%. Respecto de la variación sobre el año base, las emisiones de este sector registraron en el 2001 un aumento del 61,11%

Los vertederos, a través de fermentaciones anaerobias de la materia orgánica depositada en los mismos, constituyen la segunda fuente de emisiones de metano, lo que supone en torno al 3% en dióxido de carbono equivalente del total emitido a la atmósfera. En el período 1990-2001 las cantidades de gases de efecto invernadero generadas en vertedero, medidas en términos absolutos, han crecido un 95%. Si a esta circunstancia le añadimos el hecho de que la materia orgánica en vertederos puede presentar problemas de lixiviación y otro tipo de contaminaciones, es necesario impulsar más medidas que reduzcan radicalmente la llegada a vertederos de este tipo de residuos.

Consecuentemente la estrategia subraya que para lograr reducir las emisiones de esta fuente, es imprescindible que todos los vertederos cumplan las exigencias del Real Decreto 1481/2001, que transpone la Directiva 1999/31/CE. A tal efecto, para alcanzar los objetivos de reducción propuestos en el Real Decreto, es condición necesaria e indispensable que exista una correcta gestión de los residuos en su fase previa a la llegada al vertedero.

En suma, el objetivo general de la acción sobre los vertederos en cuanto a las emisiones de metano debe ser reducirlas notablemente, y a medio plazo eliminarlas. A tal efecto, la Estrategia propone 29 medidas e instrumentos que incluyen tanto el impulso de acciones ya previstas, por ejemplo en el Plan Nacional de Residuos Urbanos, como medidas adicionales. Cubren desde fomento de sistemas de recogida selectiva, pasando por clausura sellado y restauración de vertederos incontrolados, hasta acciones en el área del compostaje para lograr los objetivos del Plan Nacional de Compostaje, a cuyo efecto se recomienda priorizar dos tipos de medidas: las que promuevan la recogida selectiva en origen y aquellas que fomenten un incremento de la demanda de compost en el mercado.

- Clausura, sellado y restauración de vertederos incontrolados:
  - ✧ Se recomienda continuar reforzando las acciones en curso para asegurar que, con la mayor urgencia posible, se lleve a cabo la clausura, sellado y restauración del entorno de todos aquellos vertederos que no cumplan la legislación vigente. Se debe velar por su completa y total adaptación a la normativa, adelantando el plazo fijado para lograr este objetivo -finales de 2006- por los graves riesgos que sobre la salud y el medio ambiente pue-

den acarrear.

- Compostaje:
  - ✧ Promulgación, en colaboración con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de una norma de calidad técnica del compost.
  - ✧ Desarrollo de campañas de información y difusión entre los usuarios potenciales del compost producido. Promoción de su utilización por Entidades y Organismos públicos.
  - ✧ Realización de estudios de mercado con el fin de identificar usos potenciales del compost producido, incluida la prevención de la erosión y mejora de suelos, recuperación de espacios degradados, etc.
  - ✧ Potenciación del uso del compost mediante ayudas económicas a su uso en todo el territorio nacional. Promoción del uso de compost en proyectos e iniciativas de carácter agronómico, forestal o de jardinería que lleven a cabo las Administraciones.
  - ✧ Apoyo a la recogida selectiva de materia orgánica en origen, en especial la procedente de grandes consumidores.
  - ✧ Apoyo a la recogida selectiva de los residuos verdes (restos vegetales y de poda, etc.).
  - ✧ Apoyo a las iniciativas para la promoción del compostaje doméstico.
  - ✧ 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.
  - ✧ Apoyo al establecimiento de instalaciones de tratamiento que comprendan entre sus procedimientos los de biometanización.
  - ✧ Fomento de las actuaciones de I+D tendentes a la optimación de los procesos de compostaje, caracterización y mejora de la calidad del compost producido.
  - ✧ Creación del Centro Nacional para el Compostaje.
- Medidas adicionales:
  - ✧ Profundizar en los objetivos y acelerar los plazos de implementación de los subprogramas del Plan Nacional de Residuos Urbanos, sobre todo en la valorización energética y el compostaje de los residuos orgánicos, teniendo en cuenta para ello el ciclo completo.
  - ✧ Priorizar las actividades que supongan una mayor reducción de gases de efecto invernadero, independientemente de que ello implique mayores emisiones en un determinado sector o actividad.

### 3.2.3 Políticas sectoriales para aumentar los sumideros

En términos de cambio climático, un sumidero es el mecanismo que fija un gas de efecto invernadero, hasta ese momento libre en la atmósfera. Un reservorio de carbono cualquiera dará lugar a un sumidero de carbono atmosférico si, durante un intervalo de tiempo, es mayor la cantidad de carbono que afluye a él que la que sale. La vegetación desempeña un papel fundamental en el ciclo del carbono, ya que actúa como sumidero por su función vital principal, la fotosíntesis. No obstante también las plantas liberan dióxido de carbono a través de mecanismos como la respiración u otros procesos naturales como la descomposición de materia orgánica.

La absorción de carbono por los sumideros no es equivalente a la reducción de emisiones. Ello por dos razones básicas: en primer lugar, por cuanto ni son medidas de la misma naturaleza ni pretenden el mismo objetivo en sí mismas, aunque ambas contribuyen al objetivo último de la Convención; en segundo lugar, por cuanto la instrumentación de estas medidas comporta dificultades muy diferentes. Así, mientras que en el caso de la reducción de emisiones las incertidumbres de contabilidad pueden subsanarse con mejores metodologías y sistemas de información y seguimiento, en el caso de las incertidumbres de sumideros tienen una complejidad y escala diferente en aspectos tales como incertidumbres relativas al impacto del cambio climático en los propios sumideros e interrogantes en materia de reversibilidad y no permanencia.

En el marco del Protocolo de Kioto, las actividades relacionadas con la gestión del territorio -usos del suelo-, los cambios en el uso del suelo, y la selvicultura son consideradas como posibles vías para incrementar los sumideros de carbono en un sentido genérico. Por tanto su adecuada gestión supone una herramienta que puede revelarse importante a la hora de cumplimentar los compromisos de reducción establecidos para cada Parte por el Protocolo de Kioto. Pero, precisamente por las incertidumbres existentes en materia de sumideros es por lo que el Protocolo de Kioto y sus reglas de aplicación incorporan en sus disposiciones un importante régimen de garantías para la aplicación y contabilización de la absorción de carbono por los sumideros. Consecuentemente, en la Estrategia, además de repasar las distintas condiciones previstas en el Protocolo de Kioto para cada una de las actividades que se pueden contabilizar como sumideros, también se detalla cómo han de contabilizarse los créditos asociados a estas actividades.

Así mismo, en la Estrategia se subraya que, sin menoscabo del máximo respeto a los princi-

pios y objetivos que inspiran la política forestal española, basados en la gestión forestal sostenible y multifuncional, el principal objetivo de las políticas sectoriales en este campo es el aumento de la capacidad de absorción de dióxido de carbono de la atmósfera por las formaciones vegetales. A la par se identifican otros objetivos prioritarios, que deben ser compatibles con estas medidas.

Para alcanzar estos objetivos la Estrategia considera que El Plan Forestal Español, aprobado el día 4 de julio de 2002 por el Consejo de Ministros, constituye una de las principales herramientas y destaca 21 medidas para aumentar la cantidad y calidad de los sumideros de carbono en el territorio español.

- Aumento de la superficie forestal mediante acciones de forestación y reforestación en tierras agrícolas, abandonadas o degradadas.
- Promoción de la expansión y gestión de los bosques con el objetivo de adaptar las formaciones boscosas al cambio climático previsto.
- Restauración de la cubierta vegetal mediante acciones selvícolas adecuadas.
- Identificación de las causas de incendios más frecuentes.
- Establecimiento de acciones preventivas para evitar los incendios forestales, centradas en la silvicultura.
- Mantenimiento y mejora del actual nivel de eficiencia en extinción de incendios forestales.
- Mejora de los conocimientos y la información del estado sanitario de los bosques.
- Seguimiento y control de la acción y los efectos de los diferentes agentes dañinos que actúan sobre los bosques españoles (factores bióticos, abióticos, contaminantes y factores climáticos).
- Prevención y control de enfermedades y plagas mediante acciones silviculturales (específicamente orientadas a mejorar el estado de salud de los bosques).
- Tratamientos y acciones específicas de control biológico de las plagas y enfermedades con bajo impacto en el medio ambiente.
- Mejorar el conocimiento sobre el alcance y severidad de los procesos erosivos en los suelos españoles.
- Establecimiento de instrumentos de información y seguimiento del estado de erosión del suelo actualizado periódicamente.
- Protección y recuperación de bosques y tierras agrícolas afectados por la expansión de la desertificación regulando el régimen hídrico y protegiendo el suelo de los procesos erosivos en el marco de la restauración de los ecosistemas y áreas degradadas.
- Restauración de las zonas afectadas por incendios, contaminación, actividades agrícolas, mineras, industriales, extractivas o dañadas seriamente por factores bióticos o abióticos.
- Apoyo, mejora y actualización permanente de la información y las estadísticas existentes mediante el inventario forestal, el mapa forestal de España, la estadística de incendios forestales, el informe de las redes europeas de daños en bosques, y la ampliación de nuevas estadísticas tales como el inventario nacional de erosión de suelos y el anuario de inversiones forestales.
- Desarrollo y diseño de un sistema de información agroclimática ágil y eficaz para su aplicación en la planificación de las actividades y seguimiento durante el periodo vegetativo.
- Elaboración de guías de información climática y técnicas prácticas para la aplicación de los conocimientos climáticos a las diversas formaciones vegetales.
- Desarrollo de modelos agroclimáticos regionales para el cálculo –basándose en datos climáticos- de evolución de formaciones vegetales, previsiones de aprovechamientos, etc.
- Profundización en el estudio de las consecuencias de los fenómenos climáticos adversos en el desarrollo de los cultivos y desarrollo de modelos estadístico-empíricos.
- Realización de experimentos y estudios fenológicos que conduzcan a la elaboración de mapas para distintas especies de la flora y fauna españolas, estableciendo tipos de formaciones vegetales o explotaciones compatibles con las zonas climáticas teniendo en cuenta los tipos de climas y suelos.
- Promoción de 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).

### **3.3 CONOCER Y MINIMIZAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Uno de los objetivos fundamentales de los avances que se logren en el conocimiento del clima y de sus cambios es aplicar dichos conocimientos para evaluar los efectos del cambio climático, prevenirlos y mitigar los impactos negativos, en aras de un mayor bienestar social. Este concepto debe traducirse en la realización de actuaciones desde una doble vertiente: por una parte, la apli-

cación directa de los conocimientos científicos a todos los sectores susceptibles de ser afectados; y, por otra, la prevención del riesgo de fenómenos climáticos extremos y sus efectos.

En este sentido, la información disponible actualmente es suficiente para acometer actuaciones, tanto en materia de reducción de emisiones como sobre el impacto del cambio climático en proyectos en desarrollo o previstos. En concreto, las actuaciones para minimizar los efectos del cambio climático deberían llevar a la articulación de Planes de Adaptación.

Por todo ello, en el capítulo 6 de la Estrategia se aborda cómo han de utilizarse los conocimientos climáticos para mejorar la gestión ambiental y mitigar los impactos negativos del cambio climático.

A tal efecto el capítulo se divide en dos partes: en la primera se plantea, de forma general cómo mejorar la aplicación de los conocimientos del clima y de los para una mejor evaluación de los impactos y medidas de adaptación. En la segunda parte se hace una aplicación específica para los sistemas naturales y los diferentes sistemas sociales y económicos: forestal y uso del suelo, agricultura ganadería y pesca, recursos hídricos, zonas costeras, energía e industria, transporte, ordenación del territorio, turismo, salud humana y servicios financieros. Así mismo, en el último apartado se hace mención explícita a la prevención contra los desastres naturales.

### **3.3.1 Aplicación de los conocimientos del clima, sensibilidad y vulnerabilidad**

En el área de las aplicaciones climatológicas, la Estrategia destaca que es importante determinar cuáles son las necesidades de datos de los diversos sectores y usuarios, y estudiar la forma de hacer que la información climática sea de fácil acceso para los planificadores que la necesiten. Podría decirse que uno de los principales objetivos de esta Estrategia es el promover entre los usuarios una mayor utilización de los datos y conocimientos climáticos, con el fin de que cada sector económico cuya actividad está influenciada por el clima cuente con la información precisa y específica que necesita a la hora de tomar decisiones, no sólo del clima actual, sino de su evolución futura.

En este sentido se señala que no cabe duda que la extensión a España de técnicas, procedimientos, herramientas, etc., conocidas como aplicaciones climatológicas, desarrollados en otros países con, generalmente, unas condiciones climáticas diferentes, es una actividad necesaria y que procurará una sustancial mejora de la gestión de los recursos. Sin embargo, la transferencia de los métodos debe realizarse tras una evaluación crítica de su aplicabilidad en unas condiciones climáticas como las españolas. Por ello se proponen tres acciones concretas a desarrollar.

En cuanto a la sensibilidad y vulnerabilidad, la vulnerabilidad se define como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático y se añade que la vulnerabilidad está en función de la sensibilidad de un sistema a los cambios del clima, y de su capacidad para adaptar el sistema a dichos cambios. En este contexto, un sistema muy vulnerable sería aquel que fuera muy sensible a pequeños cambios del clima, incluyéndose en el concepto de sensibilidad la posibilidad de sufrir efectos muy perjudiciales, o aquel cuya capacidad de adaptación se hallara seriamente limitada.

Consecuentemente, la Estrategia subraya que para conocer los posibles efectos adversos motivados por el fenómeno del cambio climático será necesario realizar estudios de vulnerabilidad y cálculo de impactos basados en escenarios climáticos cuya probabilidad, intensidad y escala requiere ser contrastada con los climas presente y pasados. Para ello se proponen 4 tipos de actividades a desarrollar de manera común en cada campo de aplicación. Además se señala que los estudios de vulnerabilidad y del cálculo de impactos más urgente para España, y que por consiguiente reclaman una actuación prioritaria, son los de los casos en los que las medidas de respuesta son críticas con las condiciones climáticas previstas y necesarias con las condiciones actuales, y además para los cuales las estrategias de adaptación son limitadas, como por ejemplo los ecosistemas naturales no gestionados. Otro ejemplo de esto lo constituyen los procesos de erosión ya presentes en muchas zonas de España.

### **3.3.2 Conocer y minimizar los efectos del cambio climático en los sistemas naturales**

En este apartado la estrategia comienza subrayando que los ecosistemas naturales tienen una importancia fundamental para la función del medio ambiente y para la sostenibilidad, y proporcionan muchos bienes y servicios cruciales para los individuos y las sociedades.

Seguidamente se señala que los cambios del clima pueden afectar a la ubicación geográfica de los sistemas ecológicos, a la mixtura de especies que éstos contienen y a su capacidad para aportar toda una diversidad de beneficios que permiten a las sociedades seguir existiendo. En este sentido se indica que la principal influencia del cambio climático antropogénico sobre los ecosistemas se derivará, previsiblemente, de la rapidez y magnitud con que cambien los valores medios y extremos —ya que se espera que el cambio climático sea más rápido que el proceso de adaptación y re-

asentamiento de los ecosistemas—y de los efectos directos de una mayor concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.

Considerando lo expuesto y teniendo en cuenta, como dice la Estrategia, que en España los sistemas naturales son, en general, particularmente sensibles al cambio climático debido a su grado de fragmentación, alteración y confinamiento a suelos pobres, se proponen cuatro líneas de acción que, en general, persiguen mejorar el conocimiento de la sensibilidad y vulnerabilidad de nuestros sistemas naturales al cambio climático y sus posibles impactos.

### **3.3.3 Conocer y minimizar los efectos del cambio climático en los sistemas sociales y económicos**

**Forestal y uso del suelo:** Tras destacar que el ecosistema forestal y el uso del suelo es un elemento clave en el ciclo del carbono, tanto como sumidero como fuente potencial, en la Estrategia se señala que la distribución geográfica de las especies forestales está limitada por la disponibilidad de agua y las temperaturas. Seguidamente se identifican algunos posibles impactos negativos, así como un resumen de las observaciones sistemáticas de los bosques españoles, y se señala que es factible que estos efectos 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.

En este ámbito se considera necesario y urgente desarrollar herramientas, basadas en conocimientos científicos que reflejen nuestras peculiaridades, para ser capaces de valorar adecuadamente la productividad de nuestros ecosistemas, así como de incrementarla de forma sostenible (ello incluye tanto los montes como otros ecosistemas vegetales). Los proyectos de forestación y la aplicación de una selvicultura enfocada a estos objetivos son los instrumentos a aplicar en esta línea tomando en consideración los aspectos de prevención de incendios, así como la conservación y mejora de la biodiversidad. A estos fines la Estrategia identifica 10 actuaciones específicas destacando las necesidades más acuciantes en el terreno forestal y relacionado.

**Agricultura, ganadería y pesca:** en este apartado la Estrategia comienza reseñando como la influencia del clima está presente en todas las actividades agrarias determinando los lugares donde pueden crecer los cultivos y su rendimiento, Factores ambientales como la concentración y difusión atmosférica del dióxido de carbono, temperatura, insolación, precipitación y humedad del suelo, disponibilidad de agua, etc., pueden sufrir alteraciones apreciables con el cambio climático; provocando la desaparición o desplazamiento de las especies, y la aparición de nuevas formas de vida.

Se sabe que los episodios climáticos tienen considerables repercusiones en la dinámica de las poblaciones de importantes recursos marinos. En el caso de las pesquerías interiores hay un interés particular en las mediciones de la disponibilidad estacional e interanual de agua para predecir la captura de peces.

En definitiva, a pesar de los avances tecnológicos y la mejora genética de las variedades, las técnicas de riego, la lucha contra las enfermedades, etc., el tiempo y el clima son los principales factores que fijan la productividad de una explotación agraria.

Seguidamente se señala que aunque en los estudios realizados hasta el momento no se establece claramente que los potenciales agrícola y pesquero mundiales experimenten un aumento o descenso en su promedio por efecto del cambio climático, sus efectos pueden ser graves en algunas regiones, en particular por el declive de la producción en zonas que en la actualidad presentan una vulnerabilidad alta.

Se subraya la necesidad de contar con información detallada a todas las escalas y se anotan las ventajas que se derivarían del establecimiento de las aplicaciones climatológicas en estos sectores.

Por último se identifican 17 líneas de acción para mejorar los estudios que sobre los múltiples y complejos factores que intervienen en el cambio climático deberían impulsarse en este ámbito.

**Recursos hídricos:** tras subrayar la importancia de la disponibilidad de agua y la relación evidente entre los recursos hídricos y el clima, se pone de manifiesto cómo el ciclo hidrológico juega un papel importantísimo en el sistema climático, condicionando el clima y siendo afectado por él.

Los cambios en la precipitación ocasionarán cambios en la magnitud y temporalidad de la escorrentía, así como en la frecuencia e intensidad de los temporales y las sequías y los cambios en la temperatura generarían alteraciones en la evapotranspiración, la humedad del suelo y la infiltración a capas profundas. Estos cambios en el contenido de agua de la superficie terrestre inducirían modificaciones de la cubierta vegetal que afectarían a la formación de las nubes, el albedo terrestre y la precipitación; lo que completa un proceso de retroacciones muy comple-

jo.

Seguidamente se mencionan las repercusiones que el cambio climático puede tener en el régimen de avenidas, en las sequías y cómo la agudización del estiaje afectaría a la calidad del agua. Así mismo se comenta el impacto del cambio climático sobre los acuíferos y sus posibilidades de explotación y cómo un eventual cambio climático supondría una tendencia al aumento de la demanda del recurso agua.

En este sentido la Estrategia concluye que la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático dependerá del estado comparativo del sistema de abastecimiento de agua y de la capacidad de los gestores de recursos hídricos para responder, no sólo al cambio climático, sino también al crecimiento de la población y a los cambios en la demanda, las tecnologías y las condiciones económicas, sociales y legislativas.

En cuanto a cómo reducir la vulnerabilidad potencial de los sistemas hídricos frente al cambio climático la Estrategia considera que, si bien hay varias líneas de actuación posibles, a nivel nacional, sería prioritario dar más preponderancia a la gestión integrada e intersectorial de los recursos hídricos, utilizar las cuencas fluviales como unidades de gestión de recursos, o fomentar unas prácticas de determinación de precios y de gestión apropiadas.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, se proponen 18 líneas de actuación para un mejor conocimiento y minimización de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos. Entre ellos se destaca, como muy importante, continuar impulsando todos los estudios pertinentes a fin de seguir profundizando en el mejor conocimiento del impacto del cambio climático en los recursos hídricos. En particular debe mejorarse la capacidad de valorar el impacto del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos de cara a las actuaciones que afecten a la oferta y la demanda de agua y el efecto estacional de dicha disponibilidad. A tal efecto sería conveniente el desarrollo de criterios concretos, transparentes y objetivos que permitan cuantificar esta disponibilidad en función de los posibles efectos del cambio climático.

**Zonas costeras:** en este apartado la Estrategia evidencia la relación entre clima y estabilidad de las costas poniendo ello en conexión con la extensión e importancia de las costas en España, en particular en su función de infraestructura básica de la industria turística.

Así mismo se mencionan los posibles impactos en los distintos elementos de la costa, playas, deltas, etc., reseñándose que las áreas costeras habitadas son cada vez más vulnerables a la elevación del nivel del mar y a otros impactos derivados del cambio climático. Incluso una pequeña subida del nivel del mar podría tener efectos adversos graves en ellas. También se indica que en España, dada la estructura turística implantada, una subida del nivel del mar de pocos centímetros podría tener importantes consecuencias con impactos económicos negativos sobre la industria turística, lo que por sí sólo justificaría planificar con antelación medidas de respuesta. En la Estrategia se propone que se pongan en marcha o se continúen sin dilación 9 líneas de actuación.

**Energía e industria:** la Estrategia describe en este apartado las vinculaciones entre el clima y las actividades energéticas e industriales, mencionando en particular el interés en conocer los posibles cambios climáticos en ambos sectores.

Se subraya la importancia de las consideraciones climáticas a la hora de la planificación en el sector energético para conseguir una mayor eficacia y sus posibles impactos en la definición de la estructura del parque generador. Se refiere a cuestiones tales como: la estimación de recursos hídricos disponibles, la producción de especies vegetales destinadas a la obtención de biocombustibles, la intensidad y velocidad del viento respecto al potencial de la energía eólica, o la influencia de las variaciones de temperatura en la demanda de energía.

En el ámbito industrial, si bien se indica que cambios en las variables climáticas apenas tendrán repercusiones en la mayoría de las actividades, si pudiera haber efectos significativos en algunos aspectos como en la disponibilidad de recursos hídricos u otros recursos naturales empleados como materia prima, así como en la ubicación de ciertas instalaciones.

Se proponen 8 líneas de actuación tendentes a mejorar el conocimiento de los posibles impactos y a facilitar la aplicación de los conocimientos climáticos a estos sectores.

**Transporte terrestre, aéreo y marítimo:** la Estrategia también hace referencia a estos sectores pues también en el sector del transporte es útil la información climática, tanto desde el punto de vista de la industria de la construcción de infraestructuras, como durante las operaciones de transporte.

En concreto en el sector aeronáutico, en el que tradicionalmente se ha hecho más uso de la información meteorológica y climática, los cambios en estas variables son importantes. En el ámbito portuario una subida del nivel del mar y demás cambios que traería el cambio climático en el régimen de lluvias, vientos, oleaje, etc., podría tener numerosos impactos.

Consecuentemente la Estrategia recomienda 4 líneas de acción para un mejor conocimiento de posibles impactos en estos sectores y aplicación de los mismos en su planificación y gestión.

**Ordenación del territorio y urbanismo:** en el marco de la necesidad de medidas preventivas, la Estrategia señala que las estrategias de ordenación del territorio y los planes urbanísticos deberían prestar una atención especial a la información climática, de forma que las propuestas de ocupación y distribución en el espacio de los distintos usos y actividades integren entre sus objetivos impedir y prevenir la degradación de los recursos naturales con influencia negativa sobre el clima, a la vez que tengan en cuenta el mejor aprovechamiento y adaptación a las características del clima.

En este sentido la Estrategia considera que sería conveniente desarrollar técnicas prácticas operativas para la aplicación de los conocimientos climáticos a la planificación en la ordenación del territorio y en la edificación.

Por otra parte se subraya que, si bien existe una gran dificultad para llevar a cabo estudios de impactos en los sectores comprendidos en este apartado por la variedad de factores que habría que tener en cuenta, el cambio climático afectará a la ordenación del territorio. Además se añaden ejemplos de cómo los cambios climáticos conllevan nuevas necesidades, y a la par de como el desarrollo urbanístico puede repercutir en el microclima de la localidad.

Por tanto, entre las numerosas líneas que pueden haber en esta línea estratégica de actuación la Estrategia define 6 medidas más prioritarias.

**Turismo:** la Estrategia parte de la idea de que el desarrollo turístico debe contemplar, por el propio interés del sector, la conservación y mejora de los entornos naturales y que es importante conocer las características climáticas de cada lugar para encontrar el término justo entre el rendimiento turístico y la preservación del medio ambiente.

También se estima importante subrayar que la importancia del clima sobre el desarrollo y tendencias del turismo no es solamente directa sino que, las variaciones globales del clima, podrían afectar modificar los flujos hacia nuestro país.

También en esta área se definen 5 líneas de acción encaminadas a una mejor aplicación de los conocimientos climáticos a este sector.

**Salud humana:** en este apartado la Estrategia pone de manifiesto cómo la determinación del rango de variación de las variables climáticas es decisiva en múltiples aplicaciones sanitarias, señalando aquellas más destacadas. Paralelamente, menciona ejemplos de cómo el cambio climático puede tener efectos potenciales en la salud y en la propagación de enfermedades. También se indica que el impacto indirecto sobre la salud de las posibles repercusiones socioeconómicas del cambio climático puede ser muy extenso y realizarse por intermedio de múltiples mecanismos.

Se concluye proponiendo 9 líneas de acción encaminadas a una mejor identificación de las vinculaciones entre cambio climático y salud y una mejor prevención al respecto.

**Servicios financieros:** respecto a este ámbito la Estrategia considera que el sector de las aseguradoras puede ser, económicamente hablando, uno de los que más rápida e intensamente se vea afectado por los cambios climáticos y que los impactos sobre otros servicios financieros no han sido todavía suficientemente evaluados como para establecer unas implicaciones directas entre ambos.

La Estrategia pone particular interés en la necesidad de incrementar el conocimiento en este ámbito, particularmente en el sector de los seguros. Consecuentemente la Estrategia propone 7 líneas de acción para profundizar en aspectos concretos de esta vinculación entre cambio climático y servicios financieros, especialmente del sector asegurador así como para prevenir efectos negativos del cambio climático y reducir riesgos.

### 3.3.4 Prevención contra los desastres naturales

En este apartado se destaca la importancia que tienen los fenómenos catastróficos relacionados con el clima. Dada la trascendencia social y económica de estos fenómenos, se ha considerado oportuno hacer este apartado específico en la Estrategia para la prevención contra los desastres naturales, a fin de tener una visión integrada de estos fenómenos y resaltar la importancia que tiene la reducción o eliminación de sus consecuencias a través de las estrategias de adaptación.

Desde un punto de vista estratégico, no se trata únicamente de disponer de mecanismos de previsión y alerta, o de prever medidas de emergencia; sino también de conocer a fondo los fenómenos que se producen en cada zona geográfica, su magnitud, frecuencia, etc., con el objeto de que la planificación sectorial se haga de forma que se consiga la máxima eficacia y se aminore el riesgo de catástrofes.

La importancia que adquiere el conocimiento de los fenómenos climáticos que originan catás-

trofes naturales se ve intensificada por la previsible evolución del clima. Los experimentos desarrollados con modelos climáticos globales muestran que existe una tendencia al incremento de la actividad convectiva con el aumento de la concentración atmosférica del dióxido de carbono, así como un mayor número de fenómenos tormentosos y un aumento de la escorrentía superficial y la erosión del suelo. Por otra parte, el calentamiento global producirá un aumento de la evapotranspiración que puede no verse compensado con aumentos en la precipitación, provocando más períodos de sequía, y éstos más intensos

La Estrategia también señala que en muchas ocasiones los fenómenos climáticos producen efectos catastróficos no sólo por la intensidad, duración o violencia intrínseca del fenómeno; sino debido a factores humanos, que van desde la planificación inadecuada al olvido de la existencia de los fenómenos, que hacen que se potencie su acción devastadora.

Seguidamente se describen los fenómenos atmosféricos y marítimos que, en relación con el cambio climático, pueden dar lugar a diferentes impactos catastróficos y también otros fenómenos relacionados con el clima que pueden verse agravados tales como sequía y desertización, incendios forestales y aludes y movimientos de ladera.

Por último la Estrategia propone 14 líneas de acción y medidas, unas comunes a todos los fenómenos y otras específicas.

### **3.4 ESTABLECER LAS BASES INSTITUCIONALES**

En el Capítulo 7 de la Estrategia se abordan 6 ámbitos no cubiertos en otras áreas de la misma para asegurar una correcta respuesta institucional al reto que plantea el fenómeno del cambio climático en general y el cumplimiento del Protocolo de Kioto en particular.

Para esta necesaria respuesta institucional, se comienza subrayando que: Si bien la Convención ya se encuentra en vigor y, por tanto, los compromisos asumidos son legalmente vinculantes para las Partes que, como España, lo han ratificado, en lo que respecta al Protocolo de Kioto la situación no es idéntica, en tanto que aún no ha entrado en vigor<sup>2</sup>. No obstante lo anterior, y hecha esta precisión jurídica, el que el Protocolo no haya entrado en vigor no puede ser impedimento, ni debe servir de justificación para no cumplir los compromisos que el Estado español adquirió cuando el Parlamento decidió, el 8 de mayo de 2002, ratificar el mencionado Protocolo y, paralelamente, cuando junto a esta responsabilidad individual también se ha asumido el compromiso colectivo como miembro de la Comunidad Europea.

#### **3.4.1 Los compromisos de España ante el Protocolo de Kioto**

El contenido de este apartado ha sido sintetizado en el epígrafe 2.4 del presente resumen.

#### **3.4.2 Sistema Nacional de Control**

Para poder determinar si los países signatarios están cumpliendo sus compromisos, tanto el Protocolo de Kioto como la legislación comunitaria regulan las metodologías aplicables para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero y la elaboración de informes, así como las normas de revisión de dichos informes por parte de equipos internacionales de expertos independientes en su caso por parte de la Comisión Europea. El papel destacado de las metodologías para determinar las emisiones y de los sistemas de información y revisión se pone también de manifiesto por el hecho de que su debida observancia constituya lo que en el ámbito del Protocolo se conoce como requisito de elegibilidad. Este término se refiere a las condiciones que un Estado Parte debe satisfacer para tener el derecho de participar en los mecanismos de flexibilidad: comercio de emisiones, Mecanismo de Desarrollo Limpio, e Implementación Conjunta.

Consecuentemente, el objetivo principal de la Estrategia en este contexto sería poner en marcha los dispositivos necesarios para evaluar el cumplimiento del Protocolo, es decir, un sistema nacional de control o seguimiento de los compromisos adquiridos. Al mismo tiempo, dichos dispositivos deberán ajustarse a las normas acordadas internacionalmente, de manera que se satisfagan los requisitos de elegibilidad y España pueda hacer uso de los mecanismos de flexibilidad.

Los dos elementos principales del sistema nacional de control son el Sistema Nacional para estimar las emisiones y el Registro Nacional que debe contener el detalle de la contabilidad de los diferentes certificados de emisión. En último término, una vez concluido el primer periodo de compromiso (2008-12), la comparación entre las emisiones determinadas mediante el Sistema Nacional de seguimiento de las emisiones y los certificados de emisión disponibles en el Registro Nacional determinará si se ha cumplido con el límite de emisión asumido.

<sup>2</sup> La entrada en vigor del Protocolo tendrá lugar transcurridos noventa días desde el momento en que se cumplan dos condiciones: la ratificación de, al menos, 55 Partes de la Convención; y que las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes al año 1990 de las Partes incluidas en el Anexo I de la Convención que ratifiquen el Protocolo equivalgan, al menos, al 55% del total de las emisiones de todas las Partes incluidas en dicho Anexo I.

El sistema de control se completaría con otros mecanismos necesarios para garantizar la debida elaboración de los informes establecidos en el Protocolo, tales como Inventario anual de emisiones y absorciones y la Comunicación Nacional.

Siendo pues el Sistema Nacional y el Registro Nacional los principales instrumentos o medidas necesarios para establecer un sistema nacional de control y seguimiento de los compromisos adquiridos en el Protocolo, en la Estrategia se apuntan sus características principales.

### **3.4.3 Mecanismos de flexibilidad**

En este apartado la Estrategia enuncia ideas básicas para la aplicación de los mecanismos. Así señala, entre otras cuestiones, que: El Protocolo de Kioto establece tres mecanismos de flexibilidad: el Comercio de Emisiones, el Mecanismo de Implementación Conjunta, y el Mecanismo de Desarrollo Limpio. En cualquier caso, estos mecanismos son instrumentos de carácter suplementario primando siempre las medidas internas que constituyen la base fundamental del cumplimiento de los compromisos bajo el Protocolo de Kioto. Con carácter general los tres mecanismos pretenden facilitar a los países del Anexo I de la Convención (países desarrollados), la consecución de sus objetivos de reducción y limitación de emisiones de gases de efecto invernadero. Con carácter específico, los dos últimos persiguen además, promocionar la financiación de proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo, o en transición hacia economías de mercado.

Seguidamente la estrategia resume el funcionamiento de cada uno de los mecanismos contenidos en el Protocolo de Kioto y presta particular atención al 'comercio de emisiones' señalando, entre otras cosas, lo siguiente:

La justificación económica fundamental de un régimen de comercio de derechos de emisión es velar porque las reducciones de emisiones necesarias para lograr unos resultados ambientales determinados previamente, se produzcan allí donde el coste de la reducción sea más bajo. El comercio de derechos de emisión no reduce por sí mismo las emisiones. Las ventajas ambientales de instrumentos como el comercio de emisiones se deben a la severidad de la cuota total de derechos de emisión asignados, que representa el límite global de emisiones autorizadas por el régimen.

Dentro de este ámbito del comercio de emisiones, la estrategia se fija en particular en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión y en el correspondiente Plan Nacional de Asignación subrayando las siguientes cuestiones: El Plan, que determinará la cantidad total de derechos de emisión que se prevé asignar para el período, deberá ser compatible con el compromiso de alcanzar el objetivo de España de no superar el 15% de las emisiones de 1990 y se basará en criterios objetivos y transparentes, incluidos en la Directiva teniendo debidamente en cuenta las observaciones del público y la consulta de los agentes sociales y económicos. Así mismo se establece que, dada la importancia del Plan Nacional de Asignación, el Consejo Nacional del Clima deberá formular propuestas y recomendaciones durante su proceso de elaboración.

Respecto a la cantidad total de derechos de emisión que se asignarán, la Estrategia señala que será coherente con las evaluaciones del progreso real y previsto hacia el cumplimiento del objetivo del Protocolo de Kioto, teniendo en cuenta el porcentaje de las emisiones globales que representan dichos derechos en comparación con las emisiones de fuentes no contempladas en la Directiva, de manera que, tanto unos como otros sectores, contribuyan corresponsablemente a dicho cumplimiento.

Para aplicar todas estas consideraciones se señala que el objetivo general de la Estrategia en este ámbito ha de ser el facilitar un uso eficiente y riguroso de los mecanismos en España, e identifica unos objetivos generales y específicos así como 11 medidas e instrumentos para alcanzarlos.

### **3.4.4 Colaboración con países en desarrollo**

La Estrategia establece la relación entre cambio climático y desarrollo en los siguientes términos: El cambio climático no es solamente una de las amenazas al medio ambiente global más relevante de nuestra época. Constituye también un problema de desarrollo, en la medida en que los efectos adversos del mismo se hacen sentir de manera especial en los países más pobres con economías basadas en el sector primario. Con carácter general son los países en desarrollo quienes cuentan con una población más vulnerable y menor capacidad de adaptación y, en consecuencia, quienes sufrirán en mayor medida las consecuencias del cambio climático a pesar de haber contribuido mucho menos a la aparición del problema.

Seguidamente resume los principios y compromisos contemplados en la Convención y en el Protocolo de Kioto y las obligaciones de cooperación técnica y científica establecidas para los países desarrollados, prestando particular atención a las obligaciones de tipo financiero.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente se señala que el principal objetivo que se ha de marcar esta Estrategia ha de ser el de mejorar la posición cualitativa y cuantitativa de las acciones propias de cambio climático en las políticas de cooperación al desarrollo de España.

Por ello, el diseño de las políticas de cooperación para los años futuros debe tener en cuenta

los objetivos propios de cambio climático como un elemento necesario más en la búsqueda de la coherencia en los procesos de apoyo al desarrollo sostenible y a la eliminación de la extrema pobreza en las áreas geográficas consideradas prioritarias para la cooperación española.

Para lograr este objetivo la Estrategia enuncia 6 tipos de medidas e instrumentos destinados a fomentar nuestra capacidad de cooperación y a integrar mejor en la misma las consideraciones concernientes al cambio climático.

### **3.4.5 Fomento de la investigación**

La Estrategia comienza justificando la necesidad del fomento de la investigación en este campo señalando que la adaptación al cambio climático es una estrategia necesaria para complementar la mitigación de sus causas. Aunque un cierto nivel de daños es inevitable, es mucho lo que puede hacerse para reducir sus impactos adversos si se actúa con diligencia. El ritmo y prontitud con que se apliquen las medidas de adaptación y mitigación es crucial. Las incertidumbres actuales son lo suficientemente importantes como para justificar un trabajo intenso de investigación en los próximos años, siendo perfectamente posible reducirlas significativamente siempre que se dediquen los recursos adecuados. España, por su entorno geográfico, se va a ver seriamente afectada por el cambio climático.

Para obtener una información detallada sobre los previsibles efectos que provocaría el cambio climático en el territorio nacional la estrategia fija como objetivo potenciar la investigación sobre cambio climático y establecer los mecanismos necesarios para poder disponer de un adecuado asesoramiento científico y técnico (informes de evaluación), a través de sus investigadores y expertos, que permita estudiar las diversas alternativas y definir las estrategias de respuesta en la lucha contra los efectos negativos del cambio climático. Para mejorar la eficiencia del esfuerzo nacional dedicado al conocimiento del clima y el cambio climático, es primordial garantizar una coordinación firme entre todos los organismos y universidades del sector público y privado con competencias y actividades en este campo.

Seguidamente la Estrategia hace un diagnóstico de la situación actual, señalando algunas deficiencias tales como, existencia de pocos proyectos de suficiente envergadura; fragmentación excesiva de la investigación o falta de equilibrio entre líneas de investigación, algunas muy atendidas mientras otras con una actividad muy reducida o incluso prácticamente inexistente.

Para paliar esta situación y alcanzar el objetivo señalado, la Estrategia propone como medida básica el establecimiento de un Programa Nacional sobre clima y cambio climático, dotado de una financiación mínima estable que permita garantizar el núcleo básico de la investigación que se necesita para obtener los resultados y que aglutine y articule la investigación que se hace en este campo, a través de los diferentes Organismos, tanto de la Administración Central como Autonómica, del Plan Nacional y de Programa Marco de la Unión Europea y de otros Centros. A tal efecto en la Estrategia se detallan sus elementos principales en lo que concierne a el tipo de investigación contenida en el Programa, su estructura organizativa y financiación, así como las líneas estratégicas de actuación.

### **3.4.6 Participación, información, formación y sensibilización pública**

La Estrategia considera que la participación desde los diferentes ámbitos sociales en las medidas para luchar contra los efectos negativos del cambio climático constituye un factor esencial para garantizar el cumplimiento de las políticas y medidas que se determinen como necesarias en el proceso de mitigación de los efectos adversos o adaptación a los mismos. La participación ambiental es un proceso que posibilita la implicación en el conocimiento, valoración, prevención y respuesta a los problemas derivados del cambio climático. Por esta razón, es fundamental el apoyo al movimiento asociativo y el fomento del voluntariado, como vías de participación comunitaria.

Pero la Estrategia también señala que no se puede olvidar que, para participar en la solución de un problema, es preciso conocerlo. Por ello, en este apartado se analizan las necesidades de información, formación y sensibilización de los ciudadanos y se recuerda los compromisos que en estos ámbitos marca la Convención en su artículo 6º y el desarrollo que ya se ha iniciado al respecto con la adopción de un Programa de Trabajo. Hecho este que refuerza, más si cabe, la necesidad de incluir como apartado de singular importancia de la Estrategia Española la adopción de medidas e instrumentos necesarios para potenciar y mejorar, en nuestro país, la participación de los ciudadanos en los procesos de adopción de decisiones, para mejorar el conocimiento del proceso de cambio climático y sus efectos y para modificar las actitudes y comportamientos del ciudadano hacia lo ecológicamente sostenible.

A tal efecto, la Estrategia fija una serie de objetivos concretos para la adopción de medidas e instrumentos que conduzcan a un incremento en la información, sensibilización, formación y participación del público, en general, respecto al cambio climático y sus consecuencias adversas y propone 12 medidas e instrumentos para alcanzar dichos objetivos y posibilitar una mayor participación de la sociedad directamente y a través de los agentes sociales en el proceso de lucha frente al

cambio climático.

#### **4 SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y REVISIÓN**

Siendo la lucha contra el cambio climático un proceso dinámico, su formulación estratégica debe estar concebida para adaptarse a los cambios del entorno científico, social, económico, tecnológico y político, así como a la reorientación de sus objetivos y líneas de acción en función de los resultados. Por ello, la gestión y aplicación de la Estrategia es un proceso esencialmente continuo.

Por otra parte, la elaboración de la primera Estrategia se ha basado en una valoración de las prioridades temáticas de acción, resultante a su vez de un análisis de las tendencias, dificultades y oportunidades más relevantes para el desarrollo del país. Tanto por el hecho de que otros factores importantes en este campo no se hayan tenido todavía en cuenta en la medida suficiente, como por la forma tan rápida como se producen con frecuencia los cambios de las tendencias externas, este conjunto de prioridades debe ser revisado, confirmado o ajustado a lo largo del tiempo.

A tal efecto, el Real Decreto 1.188/2001, por el que se regula la composición y funciones del Consejo Nacional del Clima, atribuye a este órgano colegiado, en su artículo 2.1, la función de realizar el seguimiento y evaluación de la Estrategia, recabando para ello la información necesaria de los órganos competentes. Para cumplir esta función, la estrategia considera necesario que el Consejo Nacional del Clima prepare un Plan de Seguimiento y Evaluación periódico que cubra todos los aspectos de la Estrategia, teniendo en cuenta en todo caso, que, el Protocolo de Kioto dispone que cada una de las Partes incluidas en el Anexo I deberá demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de los compromisos contraídos.

Esta función del Consejo Nacional del Clima debe permitir cuantificar los efectos de su implementación y valorar sus resultados en función de los objetivos y los compromisos internacionales en la materia. Además no hay que olvidar que en el ámbito del cambio climático el horizonte temporal es muy extenso, lo que implica una necesidad de concreción y puesta al día progresiva de los escenarios, modelos, análisis de vulnerabilidad, objetivos, etc. Por ello, la evaluación y seguimiento que se efectúe debe ser un proceso abierto y continuo. A tal efecto entre las funciones atribuidas al Consejo Nacional del Clima figura también la de elaborar propuestas y recomendaciones para definir políticas y medidas de lucha frente al cambio climático en los ámbitos de la ciencia del cambio climático, impactos y estrategias de adaptación, y estrategias de limitación de emisiones de gases de efecto invernadero.

#### **5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

El Real Decreto 1188/2001, que regula las funciones del Consejo Nacional del Clima ... (pendiente concluir una vez finalizado el proceso).



# Índice

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>III</b>
<b>1 DEFINICIÓN, OBJETIVO Y CONTENIDO DE LA ESTRATEGIA .....</b>	<b>III</b>
<b>2 UBICACIÓN DEL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN SU CONTEXTO .....</b>	<b>IV</b>
<b>2.1 EL PROBLEMA, SU IMPORTANCIA Y LA NECESIDAD DE ACTUAR: EL           CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA, INCERTIDUMBRES Y PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN ...</b>	<b>IV</b>
<b>2.2 CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: GASES DE EFECTO INVERNADERO Y FUENTES           DE EMISIÓN.....</b>	<b>VI</b>
<b>2.3 EL MARCO JURÍDICO: OBJETIVOS, PRINCIPIOS Y COMPROMISOS.....</b>	<b>VI</b>
<b>2.4 EL COMPROMISO ASUMIDO POR ESPAÑA: VENTAJAS Y DIFICULTADES,           RESPONSABILIDADES Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>VI</b>
<b>2.5 SITUACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN ESPAÑA ....</b>	<b>VII</b>
<b>3 ÁREAS DE ACTIVIDAD DE LAS ACCIONES A EMPRENDER EN ESPAÑA PARA   CUMPLIR LA CONVENCIÓN MARCO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO .....</b>	<b>VIII</b>
<b>3.1 COMPRENDER EL PROBLEMA .....</b>	<b>IX</b>
<b>3.2 COMBATIR LAS CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>X</b>
<b>3.2.1 Medidas e instrumentos intersectoriales .....</b>	<b>X</b>
<b>3.2.2 Políticas sectoriales para reducir emisiones .....</b>	<b>XI</b>
3.2.2.1 Sector de transformación y producción de energía.....	XI
3.2.2.2 Sector industrial.....	XIV
3.2.2.3 Sector del transporte .....	XV
3.2.2.4 Sectores residencial, comercial e institucional .....	XXVIII
3.2.2.5 Sector de la agricultura y la ganadería .....	XXI
3.2.2.6 Sector de la gestión de residuos.....	XXIII
<b>3.2.3 Políticas sectoriales para aumentar los sumideros .....</b>	<b>XXIV</b>
<b>3.3 CONOCER Y MINIMIZAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>XXV</b>
<b>3.3.1 Aplicación de los conocimientos del clima, sensibilidad y vulnerabilidad .....</b>	<b>XXVI</b>
<b>3.3.2 Conocer y minimizar los efectos del cambio climático en los sistemas           naturales .....</b>	<b>XXVI</b>
<b>3.3.3 Conocer y minimizar los efectos del cambio climático en los sistemas           sociales y económicos .....</b>	<b>XXVII</b>
<b>3.3.4 Prevención contra los desastres naturales .....</b>	<b>XXIX</b>
<b>3.4 ESTABLECER LAS BASES INSTITUCIONALES .....</b>	<b>XXX</b>
<b>3.4.1 Los compromisos de España ante el Protocolo de Kioto.....</b>	<b>XXX</b>
<b>3.4.2 Sistema Nacional de Control .....</b>	<b>XXX</b>
<b>3.4.3 Mecanismos de flexibilidad .....</b>	<b>XXXI</b>
<b>3.4.4 Colaboración con países en desarrollo .....</b>	<b>XXXI</b>
<b>3.4.5 Fomento de la investigación .....</b>	<b>XXXII</b>
<b>3.4.6 Participación, información, formación y sensibilización pública.....</b>	<b>XXXII</b>
<b>4 SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y REVISIÓN .....</b>	<b>XXXIII</b>
<b>5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA.....</b>	<b>XXXIII</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>XXXV</b>
<b>LISTA DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>XLIII</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>XLV</b>
<b>CAPÍTULO 1.- EL MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>1</b>

<b>1</b>	<b>NOCIONES CIENTÍFICAS.....</b>	<b>1</b>
1.1	<b>EL BALANCE ENERGÉTICO Y EL EFECTO INVERNADERO.....</b>	<b>1</b>
1.1.1	Variabilidad climática .....	2
1.1.2	Forzamiento radiativo .....	2
1.2	<b>CAMBIO CLIMÁTICO ANTROPOGÉNICO .....</b>	<b>3</b>
1.2.1	Detección de los cambios y atribución de las causas .....	3
1.2.2	Relación entre emisiones y concentración atmosférica.....	6
1.3	<b>EMISIÓN Y CONCENTRACIÓN .....</b>	<b>6</b>
1.3.1	Dióxido de carbono.....	7
1.3.2	Metano .....	7
1.3.3	Óxido nitroso.....	7
1.3.4	Compuestos halogenados.....	7
1.3.5	Ozono estratosférico .....	7
1.3.6	Ozono troposférico .....	8
1.3.7	Monóxido de carbono .....	8
1.3.8	Vapor de agua estratosférico.....	8
1.3.9	Aerosoles .....	8
1.4	<b>ESCENARIOS DE EMISIONES .....</b>	<b>8</b>
1.4.1	Implicaciones de los escenarios .....	9
1.4.2	Previsiones de los modelos climáticos.....	10
1.5	<b>EL CLIMA FUTURO Y SUS INCERTIDUMBRES .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>INSTRUMENTOS JURÍDICOS .....</b>	<b>13</b>
2.1	<b>CONVENCIÓN MARCO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>14</b>
2.1.1	Objetivo.....	14
2.1.2	Principios .....	14
2.1.3	Compromisos de las Partes .....	14
2.1.3.1	Compromisos de todos los países.....	14
2.1.3.2	Compromisos específicos para países incluidos en el Anexo I.....	15
2.1.3.3	Compromisos para los países incluidos en el Anexo II.....	15
2.2	<b>EL PROTOCOLO DE KIOTO.....</b>	<b>15</b>
2.2.1	Limitación y reducción de emisiones .....	16
2.2.2	Entrada en vigor .....	17
2.3	<b>LA NEGOCIACIÓN DE LOS DETALLES .....</b>	<b>17</b>
2.3.1	Grupos de negociación .....	17
2.3.2	Últimas reuniones .....	18
2.4	<b>REGLAS DE APLICACIÓN .....</b>	<b>18</b>
2.4.1	Aspectos financieros .....	18
2.4.2	Mecanismos y principio de complementariedad.....	18
2.4.3	Sumideros .....	19
2.4.4	Régimen de cumplimiento .....	19
2.4.5	Metodologías: Artículos 5, 7 y 8.....	19
2.5	<b>OCTAVA CONFERENCIA DE LAS PARTES DE LA CONVENCIÓN .....</b>	<b>20</b>
2.6	<b>NOVENA CONFERENCIA DE LAS PARTES DE LA CONVENCIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>ORGANISMOS, PLANES Y PROGRAMAS CIENTÍFICOS.....</b>	<b>21</b>
3.1	<b>GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>21</b>
3.2	<b>PROGRAMA MUNDIAL DEL CLIMA .....</b>	<b>21</b>
3.2.1	Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima .....	22
3.2.2	Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climatológicos.....	22
3.2.3	Programa Mundial de Evaluación del Impacto del Clima y de las Estrategias de Respuesta.....	22
3.2.4	Programa Mundial de Investigación sobre el Clima .....	22
3.3	<b>SISTEMA MUNDIAL DE OBSERVACIÓN DEL CLIMA.....</b>	<b>23</b>
3.4	<b>PROGRAMA INTERNACIONAL GEOSFERA-BIOSFERA .....</b>	<b>23</b>
3.5	<b>PROGRAMA INTERNACIONAL DE LAS DIMENSIONES HUMANAS .....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>ACTIVIDADES EN LA UNIÓN EUROPEA.....</b>	<b>24</b>
4.1	<b>SEXTO PROGRAMA DE ACCIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>24</b>
4.1.1	Cambio climático .....	25
4.1.2	Naturaleza y biodiversidad .....	25
4.1.3	El medio ambiente y la salud .....	25

4.1.4	Uso sostenible de recursos naturales y residuos .....	25
<b>4.2</b>	<b>PROGRAMA EUROPEO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>26</b>
4.2.1	Políticas y medidas propuestas.....	26
4.2.1.1	Primera fase del Programa .....	26
4.2.1.2	Segunda fase del Programa .....	27
4.2.2	Directiva sobre comercio de emisiones.....	27
<b>4.3</b>	<b>PROGRAMAS MARCOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>29</b>
4.3.1	V Programa Marco .....	29
4.3.2	VI Programa Marco.....	30
<b>4.4</b>	<b>OTROS PROGRAMAS O INICIATIVAS .....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>RESPUESTA INSTITUCIONAL EN ESPAÑA.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1</b>	<b>OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2</b>	<b>CONSEJO NACIONAL DEL CLIMA.....</b>	<b>32</b>
5.2.1	Estrategia Española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto.....	33
<b>5.3</b>	<b>ESTRATEGIAS DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>33</b>
5.3.1	Andalucía.....	33
5.3.2	Aragón.....	34
5.3.3	Asturias .....	34
5.3.4	Castilla y León .....	34
5.3.5	Cataluña .....	35
5.3.6	Galicia .....	35
5.3.7	La Rioja .....	36
5.3.8	Madrid .....	36
5.3.9	Murcia .....	36
5.3.10	Navarra .....	36
5.3.11	País Vasco.....	37
<b>CAPÍTULO 2.-</b>	<b>INVENTARIO NACIONAL Y EMISIONES GLOBALES.....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE EMISIONES Y ABSORCIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....</b>	<b>40</b>
7.1	ANÁLISIS AGREGADO.....	41
7.2	ANÁLISIS POR GASES .....	42
7.3	ANÁLISIS POR SECTORES.....	45
7.4	INVENTARIO DE EMISIONES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....	47
<b>8</b>	<b>EMISIONES EN PAÍSES ANEXO I .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO 3.-</b>	<b>EL POR QUÉ Y PARA QUÉ DE LA ESTRATEGIA .....</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>NECESIDAD Y OPORTUNIDAD .....</b>	<b>52</b>
9.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	53
<b>10</b>	<b>LOS OBJETIVOS DE LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL .....</b>	<b>54</b>
<b>10.1</b>	<b>LA AGENDA PARA EL CLIMA.....</b>	<b>54</b>
10.1.1	Nuevas fronteras en la ciencia y predicción del clima .....	55
10.1.2	Servicios climatológicos para el desarrollo sostenible.....	55
10.1.3	Evaluación de impactos climáticos y estrategias de adaptación .....	56
10.1.4	Observaciones especializadas del sistema climático .....	56
<b>11</b>	<b>ESTRATEGIA DE LUCHA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>56</b>
11.1	DEFINICIÓN .....	57
11.2	OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS .....	57
11.3	ESTRUCTURA Y ÁREAS DE ACTIVIDAD.....	58
<b>CAPÍTULO 4.-</b>	<b>COMPRENDER EL PROBLEMA .....</b>	<b>61</b>
<b>12</b>	<b>DATOS DE ÍNDOLE CLIMÁTICA.....</b>	<b>61</b>
12.1	OBTENCIÓN DE LOS DATOS Y ESTABLECIMIENTO DE REDES .....	61
12.2	BANCO DE DATOS: ARCHIVO Y RECUPERACIÓN DE DATOS.....	62
12.3	MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....	63
<b>13</b>	<b>CONOCIMIENTO Y VIGILANCIA DEL CLIMA, Y DETECCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>64</b>
13.1	MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y OBJETIVOS .....	64

13.2	<b>CARACTERIZACIÓN DE LOS CLIMAS PASADOS Y PRESENTE, Y SU VARIABILIDAD</b>	<b>65</b>
13.2.1	Climatología y física del clima	65
13.2.2	Paleoclimatología y variabilidad climática	65
13.3	<b>DETECCIÓN Y VIGILANCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>66</b>
13.4	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>67</b>
14	<b>MODELIZACIÓN, ESCENARIOS Y PROYECCIONES DEL CLIMA FUTURO</b>	<b>67</b>
14.1	<b>QUÍMICA ATMOSFÉRICA Y CLIMA</b>	<b>67</b>
14.2	<b>CIRCULACIÓN Y COMPOSICIÓN DEL OCÉANO</b>	<b>68</b>
14.3	<b>PROCESOS BIOGEOFÉRICOS EN ECOSISTEMAS TERRESTRES</b>	<b>69</b>
14.4	<b>MODELOS Y ESCENARIOS CLIMÁTICOS</b>	<b>69</b>
14.5	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO 5.- COMBATIR LAS CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO</b>		<b>73</b>
15	<b>INSTRUMENTOS Y OPCIONES TECNOLÓGICAS</b>	<b>73</b>
15.1	<b>RENTABILIDAD DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO</b>	<b>73</b>
15.2	<b>RENTABILIDAD DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO</b>	<b>73</b>
15.3	<b>ANÁLISIS GENERAL DEL IPCC SOBRE POTENCIALES DE REDUCCIÓN Y COSTES</b>	<b>74</b>
15.3.1	Sector de suministro de energía	74
15.3.2	Sector industrial	74
15.3.3	Sector del transporte	74
15.3.4	Sectores residencial, institucional y comercial	75
15.3.5	Sector agrario	75
15.3.6	Eliminación de desechos sólidos y aguas residuales	75
15.3.7	Sector forestal	75
16	<b>POLÍTICAS SECTORIALES PARA REDUCIR EMISIONES</b>	<b>75</b>
16.1	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS INTERSECTORIALES</b>	<b>76</b>
16.1.1	El coste de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	76
16.1.2	Política impositiva	79
16.1.3	Ordenación del territorio	79
16.1.3.1	Contexto y situación de partida	80
16.1.3.2	La nueva política de urbanismo y de ordenación del territorio	81
16.1.4	Ahorro y eficiencia en el consumo de energía	81
16.1.5	Mejores técnicas disponibles	82
16.1.6	Sistemas de gestión ambiental	82
16.2	<b>EMISIONES POR SECTORES</b>	<b>83</b>
16.3	<b>BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL DEL CONSUMO FINAL Y PRIMARIO DE TODAS LAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES</b>	<b>84</b>
16.3.1	Perspectivas energéticas para esta década	85
16.3.1.1	Consumo de energía final	85
16.3.1.2	Consumo de energía primaria	86
17	<b>PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA</b>	<b>86</b>
17.1	<b>EMISIONES DE LA PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA</b>	<b>86</b>
17.2	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS VIGENTES</b>	<b>87</b>
17.2.1	Medidas de eficiencia tecnológica	88
17.2.2	Medidas del lado de la demanda	89
17.3	<b>NUEVAS MEDIDAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>90</b>
17.3.1	Medidas relativas a la estructura energética	90
17.3.2	Medidas relativas a aspectos económicos y fiscales	91
17.3.3	Medidas relativas a acciones sobre la demanda	91
17.3.4	Otras medidas administrativas	91
18	<b>INDUSTRIA</b>	<b>92</b>
18.1	<b>EMISIONES DEL SECTOR INDUSTRIAL</b>	<b>92</b>
18.2	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>95</b>
18.2.1	Dióxido de carbono	95
18.2.2	Metano	96
18.2.3	Óxido nitroso	96
18.2.4	Carburos hidrofluorados (HFC)	96

18.2.5	Carburos perfluorados.....	96
18.2.6	Hexafluoruro de azufre .....	97
<b>19</b>	<b>TRANSPORTES .....</b>	<b>97</b>
<b>19.1</b>	<b>EMISIONES DEL SECTOR DEL TRANSPORTE .....</b>	<b>97</b>
<b>19.2</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>100</b>
19.2.1	Mejora de la eficiencia energética .....	100
19.2.1.1	Mejora tecnológica de los vehículos .....	100
19.2.1.2	Mejora del rendimiento de los carburantes .....	100
19.2.1.3	Optimización de las condiciones de explotación .....	101
19.2.1.4	Campañas de formación e información a profesionales y usuarios .....	101
19.2.2	Intermodalidad del sistema de transportes.....	101
19.2.3	Racionalización de la demanda y disminución de la necesidad del transporte .....	102
19.2.4	Otras medidas adicionales .....	103
<b>20</b>	<b>SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL.....</b>	<b>104</b>
<b>20.1</b>	<b>EMISIONES DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL .</b>	<b>104</b>
<b>20.2</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>105</b>
20.2.1	Edificios existentes en el subsector residencial.....	105
20.2.1.1	Acciones sobre la envolvente edificatoria .....	105
20.2.1.2	Acciones sobre las instalaciones y equipos .....	106
20.2.1.3	Acciones sobre el consumo.....	106
20.2.2	Edificios existentes en el subsector comercial e institucional.....	106
20.2.2.1	Acciones sobre la envolvente edificatoria .....	106
20.2.2.2	Acciones sobre las instalaciones y equipos .....	107
20.2.2.3	Acciones sobre el consumo.....	108
20.2.3	Edificios nuevos .....	108
20.2.3.1	Acciones sobre la envolvente edificatoria .....	108
20.2.3.2	Acciones sobre las instalaciones y equipos .....	108
20.2.3.3	Acciones sobre el consumo.....	108
<b>21</b>	<b>AGRICULTURA Y GANADERÍA.....</b>	<b>109</b>
<b>21.1</b>	<b>EMISIONES DEL SECTOR AGRARIO.....</b>	<b>109</b>
<b>21.2</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>111</b>
<b>22</b>	<b>RESIDUOS.....</b>	<b>112</b>
<b>22.1</b>	<b>EMISIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>112</b>
<b>22.2</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>113</b>
22.2.1	Clausura, sellado y restauración de vertederos incontrolados.....	114
22.2.2	Compostaje .....	114
22.2.3	Medidas adicionales .....	115
<b>23</b>	<b>POLÍTICAS SECTORIALES PARA AUMENTAR LOS SUMIDEROS .....</b>	<b>116</b>
<b>23.1</b>	<b>SUMIDEROS EN EL MARCO DEL PROTOCOLO DE KIOTO .....</b>	<b>117</b>
23.1.1	Artículo 3.3 .....	117
23.1.2	Artículo 3.4 .....	118
23.1.3	Créditos asociados .....	118
23.1.4	Estadísticas nacionales .....	118
<b>23.2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>119</b>
<b>23.3</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>120</b>
<b>CAPÍTULO 6.- CONOCER Y MINIMIZAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>		<b>123</b>
<b>24</b>	<b>ÁREAS DE ACTIVIDAD.....</b>	<b>123</b>
<b>24.1</b>	<b>APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS DEL CLIMA .....</b>	<b>123</b>
<b>24.2</b>	<b>SENSIBILIDAD Y VULNERABILIDAD: EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN.....</b>	<b>124</b>
<b>25</b>	<b>SISTEMAS NATURALES.....</b>	<b>125</b>
<b>25.1</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>126</b>
<b>26</b>	<b>SISTEMAS SOCIALES Y ECONÓMICOS .....</b>	<b>126</b>
<b>26.1</b>	<b>FORESTAL Y USO DEL SUELO .....</b>	<b>126</b>
26.1.1	Medidas e instrumentos .....	127
<b>26.2</b>	<b>AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA.....</b>	<b>128</b>
26.2.1	Medidas e instrumentos .....	129

<b>26.3</b>	<b>RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>130</b>
26.3.1	Medidas e instrumentos .....	131
<b>26.4</b>	<b>ZONAS COSTERAS .....</b>	<b>132</b>
26.4.1	Medidas e instrumentos .....	133
<b>26.5</b>	<b>ENERGÍA E INDUSTRIA .....</b>	<b>134</b>
26.5.1	Medidas e instrumentos .....	135
<b>26.6</b>	<b>TRANSPORTES TERRESTRE, AÉREO Y MARÍTIMO .....</b>	<b>135</b>
26.6.1	Medidas e instrumentos .....	135
<b>26.7</b>	<b>ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, URBANISMO Y EDIFICACIÓN .....</b>	<b>136</b>
26.7.1	Medidas e instrumentos .....	136
<b>26.8</b>	<b>TURISMO .....</b>	<b>137</b>
26.8.1	Medidas e instrumentos .....	137
<b>26.9</b>	<b>SALUD HUMANA .....</b>	<b>137</b>
26.9.1	Medidas e instrumentos .....	138
<b>26.10</b>	<b>SERVICIOS FINANCIEROS .....</b>	<b>138</b>
26.10.1	Medidas e instrumentos .....	138
<b>27</b>	<b>PREVENCIÓN CONTRA LOS DESASTRES NATURALES.....</b>	<b>139</b>
<b>27.1</b>	<b>FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS .....</b>	<b>139</b>
27.1.1	Lluvias torrenciales.....	140
27.1.2	Nevadas intensas.....	140
27.1.3	Temporales de viento.....	140
27.1.4	Tormentas, granizo y descargas eléctricas atmosféricas.....	140
27.1.5	Olas de frío y de calor .....	140
<b>27.2</b>	<b>FENÓMENOS MARÍTIMOS .....</b>	<b>140</b>
27.2.1	Cambios en la trayectoria de las corrientes y en el campo termohalino .....	141
27.2.2	Variación del nivel medio del mar a diferentes escalas temporales.....	141
27.2.3	Temporales marinos.....	141
<b>27.3</b>	<b>OTROS FENÓMENOS RELACIONADOS CON EL CLIMA .....</b>	<b>141</b>
27.3.1	Sequía y desertización .....	141
27.3.2	Incendios forestales .....	141
27.3.3	Aludes y movimientos de ladera .....	142
<b>27.4</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>142</b>
<b>CAPÍTULO 7.- ESTABLECER LAS BASES INSTITUCIONALES .....</b>		<b>145</b>
<b>28</b>	<b>LOS COMPROMISOS DE ESPAÑA ANTE EL PROTOCOLO DE KIOTO .....</b>	<b>145</b>
28.1	¿CUÁLES SON LOS COMPROMISOS? .....	145
28.2	¿QUÉ VENTAJAS Y DIFICULTADES TIENE EL CUMPLIMIENTO? .....	146
28.3	¿QUIÉN TIENE QUE CUMPLIR? .....	146
28.4	¿CÓMO SE EVALÚA EL CUMPLIMIENTO? .....	146
28.5	¿ANTE QUIÉN RESPONDE DEL CUMPLIMIENTO? .....	146
28.6	¿QUÉ CONSECUENCIAS TIENE EL INCUMPLIMIENTO? .....	147
<b>29</b>	<b>SISTEMA NACIONAL DE CONTROL .....</b>	<b>147</b>
29.1	OBJETIVOS .....	147
29.2	MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....	148
29.2.1	Sistema Nacional .....	148
29.2.2	Registro Nacional.....	149
<b>30</b>	<b>MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD.....</b>	<b>149</b>
30.1	MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO .....	150
30.2	APLICACIÓN CONJUNTA .....	150
30.3	COMERCIO DE EMISIONES.....	151
30.3.1	Comercio de emisiones regulado por el Protocolo de Kioto .....	151
30.3.2	Comercio de emisiones en la Unión Europea .....	152
30.3.2.1	Plan Nacional de Asignación .....	152
30.4	OBJETIVOS .....	152
30.5	MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....	153
<b>31</b>	<b>COLABORACIÓN CON PAÍSES EN DESARROLLO .....</b>	<b>154</b>
31.1	OBJETIVOS .....	155
31.2	MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....	155
<b>32</b>	<b>FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>156</b>

<b>32.1</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>156</b>
<b>32.2</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>157</b>
<b>32.2.1</b>	<b>Situación actual.....</b>	<b>157</b>
<b>32.2.2</b>	<b>Programa Nacional sobre Clima y Cambio Climático.....</b>	<b>158</b>
32.2.2.1	Investigación científica, tecnológica y socioeconómica .....	159
32.2.2.2	Estructura organizativa .....	159
32.2.2.3	Financiación .....	160
<b>32.2.3</b>	<b>Líneas estratégicas de actuación.....</b>	<b>160</b>
<b>33</b>	<b>PARTICIPACIÓN, INFORMACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PÚBLICA ..</b>	<b>161</b>
<b>33.1</b>	<b>INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN .....</b>	<b>162</b>
<b>33.2</b>	<b>FORMACIÓN Y EDUCACIÓN .....</b>	<b>162</b>
<b>33.3</b>	<b>PARTICIPACIÓN .....</b>	<b>163</b>
<b>33.4</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>163</b>
<b>33.5</b>	<b>MEDIDAS E INSTRUMENTOS.....</b>	<b>164</b>
<b>34</b>	<b>SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN, Y REVISIÓN .....</b>	<b>165</b>
<b>34.1</b>	<b>OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN .....</b>	<b>166</b>
<b>34.2</b>	<b>REVISIÓN Y PROPUESTA DE ACCIÓN.....</b>	<b>166</b>
<b>34.3</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>166</b>
<b>ANEXO A.- LISTA DETALLADA DE MEDIDAS E INSTRUMENTOS DEL</b>		
<b>    CAPÍTULO 4.....</b>		<b>167</b>
<b>    DATOS DE ÍNDOLE CLIMÁTICA .....</b>		<b>167</b>
<b>    CONOCIMIENTO Y VIGILANCIA DEL CLIMA, Y DETECCIÓN DEL CAMBIO</b>		
<b>        CLIMÁTICO .....</b>		<b>168</b>
<b>    MODELIZACIÓN, ESCENARIOS Y PROYECCIONES DEL CLIMA FUTURO.....</b>		<b>169</b>
<b>ANEXO B.- INVENTARIO AUTONÓMICO DE GASES DE EFECTO</b>		
<b>    INVERNADERO .....</b>		<b>171</b>
<b>    ESPAÑA .....</b>		<b>171</b>
<b>    ANDALUCÍA .....</b>		<b>172</b>
<b>    ARAGÓN .....</b>		<b>173</b>
<b>    ASTURIAS.....</b>		<b>174</b>
<b>    ISLAS BALEARES .....</b>		<b>175</b>
<b>    CANARIAS .....</b>		<b>176</b>
<b>    CANTABRIA .....</b>		<b>177</b>
<b>    CASTILLA-LA MANCHA.....</b>		<b>178</b>
<b>    CASTILLA Y LEÓN .....</b>		<b>179</b>
<b>    CATALUÑA .....</b>		<b>180</b>
<b>    COMUNIDAD VALENCIANA.....</b>		<b>181</b>
<b>    EXTREMADURA .....</b>		<b>182</b>
<b>    GALICIA .....</b>		<b>183</b>
<b>    LA RIOJA .....</b>		<b>184</b>
<b>    MADRID.....</b>		<b>185</b>
<b>    MURCIA .....</b>		<b>186</b>
<b>    NAVARRA.....</b>		<b>187</b>
<b>    PAÍS VASCO.....</b>		<b>188</b>
<b>    CEUTA.....</b>		<b>189</b>
<b>    MELILLA .....</b>		<b>190</b>
<b>ANEXO C.- SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....</b>		<b>191</b>
<b>ANEXO D.- GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>		<b>197</b>
<b>ANEXO E.- BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....</b>		<b>219</b>



# Lista de ilustraciones

<b>ILUSTRACIÓN 1.- COMPONENTES E INTERACCIONES DEL SISTEMA CLIMÁTICO .....</b>	<b>1</b>
<b>ILUSTRACIÓN 2.- TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub> EN LA ATMÓSFERA .....</b>	<b>3</b>
<b>ILUSTRACIÓN 3.- EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE SEGÚN DIFERENTES HIPÓTESIS .....</b>	<b>4</b>
<b>ILUSTRACIÓN 4.- VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL.....</b>	<b>5</b>
<b>ILUSTRACIÓN 5.- CONCENTRACIÓN ATMOSFÉRICA MENSUAL DE CO<sub>2</sub> EN MAUNA LOA (HAWAI).....</b>	<b>7</b>
<b>ILUSTRACIÓN 6.- EMISIONES (GT DE C ANUALES) PARA LAS FAMILIAS DE ESCENARIOS .....</b>	<b>9</b>
<b>ILUSTRACIÓN 7.- PREVISIÓN DE EMISIONES, CONCENTRACIÓN ATMOSFÉRICA Y CAMBIO DE TEMPERATURA PARA DISTINTOS ESCENARIOS .....</b>	<b>10</b>
<b>ILUSTRACIÓN 8.- PROYECCIONES DEL CAMBIO DE LA TEMPERATURA MEDIA .....</b>	<b>11</b>
<b>ILUSTRACIÓN 9.- PROYECCIONES DEL CAMBIO DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA .....</b>	<b>12</b>
<b>ILUSTRACIÓN 10.- PROYECCIONES DEL CAMBIO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR .....</b>	<b>13</b>
<b>ILUSTRACIÓN 11.- EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE ANUAL RESPECTO AL AÑO BASE.....</b>	<b>42</b>
<b>ILUSTRACIÓN 12.- CONTRIBUCIÓN POR GASES.....</b>	<b>43</b>
<b>ILUSTRACIÓN 13.- EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE ANUAL PARA CADA GAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ILUSTRACIÓN 14.- CONTRIBUCIÓN POR SECTORES .....</b>	<b>46</b>
<b>ILUSTRACIÓN 15.- EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE POR SECTORES .....</b>	<b>47</b>
<b>ILUSTRACIÓN 16.- EMISIONES EN EL AÑO BASE Y ÚLTIMO DISPONIBLE EN LOS ESTADOS PARTE DEL ANEXO I .....</b>	<b>49</b>
<b>ILUSTRACIÓN 17.- INTERACCIONES ENTRE LOS SISTEMAS NATURALES Y ECONÓMICOS, Y LAS ACTIVIDADES HUMANAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ILUSTRACIÓN 18.- IMPLEMENTACIÓN DE LA AGENDA PARA EL CLIMA .....</b>	<b>55</b>
<b>ILUSTRACIÓN 19.- IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>56</b>
<b>ILUSTRACIÓN 20.- ÁREAS DE ACTIVIDAD DE LA ESTRATEGIA .....</b>	<b>58</b>
<b>ILUSTRACIÓN 21.- COSTE (% PIB) EN EL 2050 DE LA ESTABILIZACIÓN ATMOSFÉRICA DEL CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>77</b>
<b>ILUSTRACIÓN 22.- COSTE DE CUMPLIMIENTO MEDIANTE LA COMPRA DE CERTIFICADOS.....</b>	<b>78</b>
<b>ILUSTRACIÓN 23.- FACTOR MULTIPLICADOR DEL PRECIO DE LOS CERTIFICADOS.....</b>	<b>79</b>
<b>ILUSTRACIÓN 24.- CRECIMIENTO DE LAS EMISIONES Y FACTORES SUBYACENTES .....</b>	<b>84</b>
<b>ILUSTRACIÓN 25.- ESTRUCTURA DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>88</b>
<b>ILUSTRACIÓN 26.- ESTIMACIONES SOBRE LA ABSORCIÓN GLOBAL DE C POR LA BIOSFERA.....</b>	<b>117</b>
<b>ILUSTRACIÓN 27.- EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA ABSORCIÓN DE C POR UN BOSQUE .....</b>	<b>120</b>
<b>ILUSTRACIÓN 28.- ESQUEMA BÁSICO PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>157</b>



# Lista de tablas

<b>TABLA 1.- PRINCIPALES INDICADORES Y CAMBIOS OBSERVADOS EN EL SISTEMA CLIMÁTICO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA 2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO .....</b>	<b>6</b>
<b>TABLA 3.- PREVISIONES CLIMÁTICAS PARA EL AÑO 2100 .....</b>	<b>10</b>
<b>TABLA 4.- COMPROMISO DE LIMITACIÓN DE EMISIONES CON APLICACIÓN DEL ARTÍCULO 4.....</b>	<b>16</b>
<b>TABLA 5.- REPARTO DE EMISIONES PARA LA ENTRADA EN VIGOR DEL PROTOCOLO DE KIOTO .....</b>	<b>17</b>
<b>TABLA 6.- EVOLUCIÓN ANUAL 1990-2001 DEL AGREGADO DE LAS EMISIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>TABLA 7.- EMISIONES BRUTAS TOTALES POR GAS O GRUPO .....</b>	<b>42</b>
<b>TABLA 8.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES PARA CADA SECTOR DE ACTIVIDAD .....</b>	<b>45</b>
<b>TABLA 9.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES EN LOS ESTADOS PARTE DEL ANEXO I.....</b>	<b>48</b>
<b>TABLA 10.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES NACIONALES CON RESPECTO A 1990 .....</b>	<b>83</b>
<b>TABLA 11.- REPARTO DE LAS EMISIONES NACIONALES EN EL PERIODO 1990-2001.....</b>	<b>83</b>
<b>TABLA 12.- EVOLUCIÓN DEL REPARTO SECTORIAL DE LAS EMISIONES NACIONALES .....</b>	<b>84</b>
<b>TABLA 13.- CONSUMO DE ENERGÍA FINAL .....</b>	<b>85</b>
<b>TABLA 14.- CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA .....</b>	<b>86</b>
<b>TABLA 15.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE LA PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA.....</b>	<b>87</b>
<b>TABLA 16.- REPARTO DE LAS EMISIONES DE LA PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA EN EL PERIODO 1990-2001 .....</b>	<b>87</b>
<b>TABLA 17.- PREVISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA.....</b>	<b>89</b>
<b>TABLA 18.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DEL SECTOR INDUSTRIAL .....</b>	<b>92</b>
<b>TABLA 19.- REPARTO DE LAS EMISIONES DEL SECTOR INDUSTRIAL EN EL PERIODO 1990-2001.....</b>	<b>93</b>
<b>TABLA 20.- INVENTARIO SECTORIAL DE LA INDUSTRIA PARA EL AÑO 2001 .....</b>	<b>94</b>
<b>TABLA 21.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DEL SECTOR DEL TRANSPORTE .....</b>	<b>97</b>
<b>TABLA 22.- REPARTO DE LAS EMISIONES DEL SECTOR DEL TRANSPORTE EN EL PERIODO 1990-2001 .....</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 23.- EMISIONES DEL SECTOR DEL TRANSPORTE POR TIPO DE VEHÍCULO.....</b>	<b>99</b>
<b>TABLA 24.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL .....</b>	<b>104</b>
<b>TABLA 25.- REPARTO DE EMISIONES DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL EN EL PERIODO 1990-2001 .....</b>	<b>105</b>
<b>TABLA 26.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DEL SECTOR AGRARIO .....</b>	<b>110</b>
<b>TABLA 27.- REPARTO DE EMISIONES DEL SECTOR AGRARIO EN EL PERIODO 1990-2001 .....</b>	<b>110</b>
<b>TABLA 28.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>112</b>
<b>TABLA 29.- REPARTO DE EMISIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN EL PERIODO 1990-2001.....</b>	<b>113</b>
<b>TABLA 30.- MATERIA ORGÁNICA EN RESIDUOS URBANOS Y OBJETIVOS ECOLÓGICOS DEL PNRU.....</b>	<b>115</b>

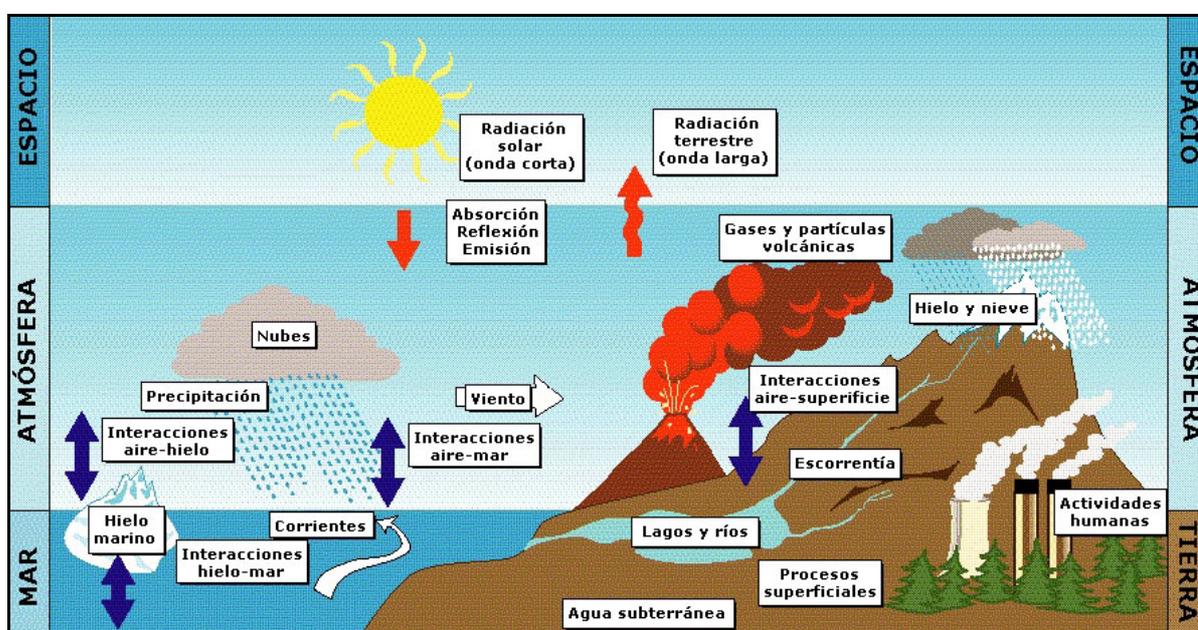


# Capítulo 1.- El marco de referencia

## *Introducción general sobre el problema del cambio climático como parte del objetivo de un desarrollo sostenible en España*

### 1 NOCIONES CIENTÍFICAS

El sistema climático, representado de forma esquemática en la Ilustración 1 (página 1), se considera formado por cinco grandes componentes: la atmósfera -la tenue capa gaseosa que envuelve a la Tierra-, la hidrosfera -el agua, tanto dulce como salada, en estado líquido-, la criosfera -el agua en estado sólido-, la litosfera -el suelo- y la biosfera -los seres vivos que pueblan la Tierra-. En este marco de referencia, el clima<sup>1</sup> es una de las consecuencias de las interacciones y retroacciones que se establecen entre los cinco componentes del sistema climático y responde a un



**Ilustración 1.- Componentes e interacciones del sistema climático**

(Fuente: Organización Meteorológica Mundial)

equilibrio en el intercambio de energía, masa y cantidad de movimiento entre ellos.

#### 1.1 EL BALANCE ENERGÉTICO Y EL EFECTO INVERNADERO

El clima está gobernado, principalmente, por la radiación de onda corta procedente del Sol, única fuente significativa de energía. Esta energía es capturada en una parte por la superficie terrestre y en otra reflejada hacia el exterior por los componentes atmosféricos o la propia superficie. Para establecer un equilibrio energético, la Tierra debe emitir tanta energía como la que absorbe del Sol. Así como la atmósfera es, en gran parte, transparente -no absorbe- a la radiación solar; sin embargo, la radiación emitida al espacio por la superficie terrestre es de onda larga, que sí es absorbida y emitida a su vez por los componentes atmosféricos.

Este fenómeno, llamado efecto invernadero natural, provoca un calentamiento de la atmósfera en sus capas bajas; y los gases que lo producen se denominan termoactivos o, comúnmente, gases de efecto invernadero (GEI). Gran parte de estos gases -vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido de nitrógeno, metano (CH<sub>4</sub>), ozono, óxido nítrico (N<sub>2</sub>O), etc.- son componentes naturales de la atmósfera, y su concentración y distribución está básicamente regulada por los ciclos del carbono y del nitrógeno. Por tanto, el efecto invernadero es un fenómeno natural y gracias a él es posi-

<sup>1</sup> El clima es el conjunto innumerable de posibles estados del sistema climático en un lugar y para un determinado período de tiempo, lo que le dota de un significado probabilístico.

ble la vida en la Tierra tal como hoy la conocemos.

### 1.1.1 Variabilidad climática

Así como a nivel global existe un balance bastante estable entre la energía solar entrante y la emitida por la Tierra, a escala regional hay grandes diferencias, lo que explica tanto la multitud y diversidad de regiones climáticas como las diferentes características de cada año. El factor más importante que gobierna el clima es el ciclo energético anual debido al movimiento de la Tierra alrededor del Sol, que es predecible a largo plazo con una gran fiabilidad por ser de carácter astronómico. En escalas temporales superiores al año, las capas profundas de los océanos actúan como elementos de regulación térmica y son las principales responsables de las variaciones interanuales del clima<sup>2</sup>. En consecuencia, se puede concluir que el sistema climático es un complejo generador de variaciones naturales de carácter aleatorio que se producen en todas las escalas temporales y espaciales. Algunas se repiten en el tiempo con estructuras reconocibles y pueden asociarse a mecanismos físicos, químicos, biológicos o geológicos específicos, y por tanto son susceptibles de predicciones deterministas.

A nivel mundial hay gran cantidad de pruebas irrefutables de las variaciones climáticas que se han producido a lo largo de la historia de la Tierra, principalmente con las glaciaciones y los períodos interglaciares. Como se comprobó que estas variaciones naturales del clima se producían a escala mundial y muy lentamente, era habitual considerar que, en escalas de tiempo humanas, el clima es esencialmente constante e invariable.

### 1.1.2 Forzamiento radiativo

Los científicos reconocen tres procesos como las principales causas de las alteraciones del balance energético que se establece en el sistema climático:

- La modificación de la cantidad de radiación que llega al exterior de la atmósfera, debido a alteraciones en la fuente de energía -el Sol- o por los movimientos de largo período de la Tierra dentro del sistema solar, causantes de las glaciaciones terrestres.
- Los cambios en la respuesta de la superficie terrestre por modificación del albedo, debido fundamentalmente a la variación de las propiedades reflectoras del suelo (deforestación, cambios en el uso del suelo, cambios en la extensión de la cubierta nevosa, etc.).
- La alteración de las características radiativas de la atmósfera con los cambios en su composición química, lo que produce variaciones en la cantidad de radiación de onda larga absorbida por los gases atmosféricos<sup>3</sup> o dispersada por los aerosoles.

Cualquiera de estos procesos, de forma individual o conjunta, provoca una alteración en el balance de radiación en la zona superior de la troposfera, fenómeno que se conoce como forzamiento radiativo. Un forzamiento radiativo perturba el equilibrio entre la energía entrante y la saliente, y provoca una respuesta del sistema climático que tiende a restablecer el equilibrio energético, produciéndose un calentamiento o enfriamiento de las capas bajas de la atmósfera según sea el signo del forzamiento. En todo caso, es importante tener en cuenta que no todos los forzamientos radiativos son permanentes o de influencia global, como por ejemplo las erupciones volcánicas o ciertas emisiones de contaminantes, cuyos ámbitos de actuación son limitados en el tiempo y en el espacio.

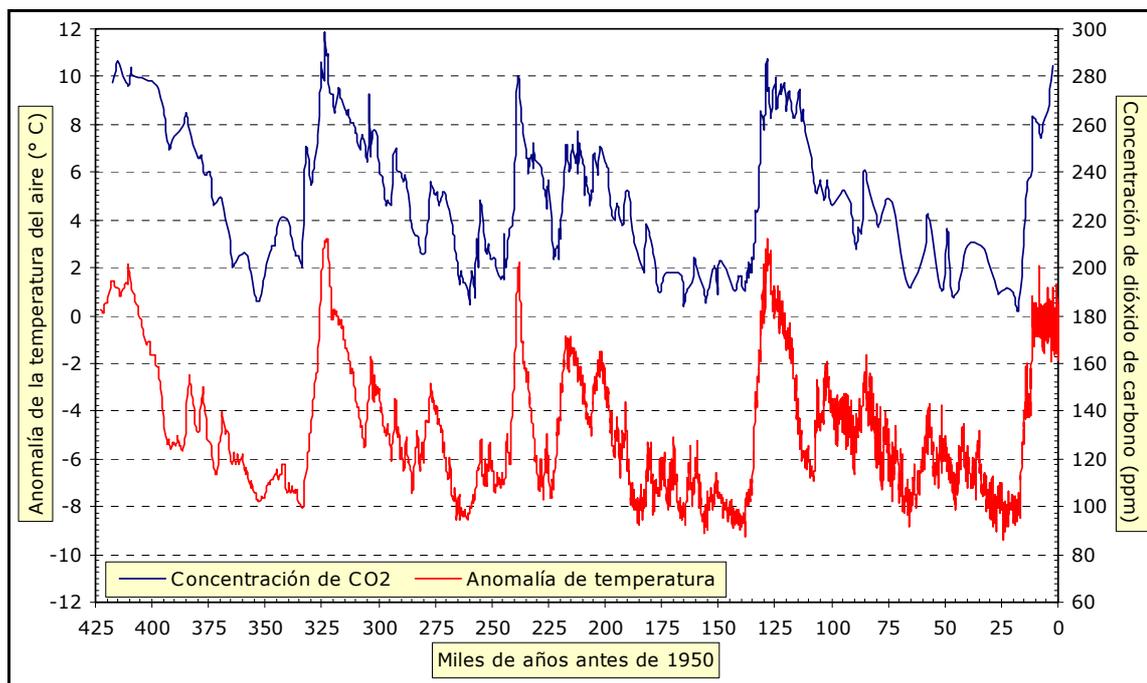
---

<sup>2</sup> La más famosa de ellas se denomina El Niño y su fenómeno conexo Oscilación Austral, que se manifiestan como fluctuaciones regionales -de período entre dos y siete años- de la temperatura superficial del mar y la presión atmosférica, y que derivan en alteraciones a gran escala de las circulaciones atmosférica y oceánica. Por analogía, el fenómeno inverso -enfriamiento anormal de las aguas del Pacífico ecuatorial junto a las costas de Sudamérica- se denomina La Niña.

<sup>3</sup> El vapor de agua es el mayor productor del efecto invernadero natural, pero no se considera un gas de efecto invernadero ya que a escala global su concentración y distribución no están afectadas por las actividades humanas; sino que se rigen por la circulación general en el seno del sistema climático.

## 1.2 CAMBIO CLIMÁTICO ANTROPOGÉNICO

Debido a los estudios realizados con los modelos que simulan el clima, existe el convencimien-



**Ilustración 2.- Temperatura y concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera**

(Fuente: Centro de Análisis de la Información sobre CO<sub>2</sub>, e Instituto de Investigación Ártica y Antártica)

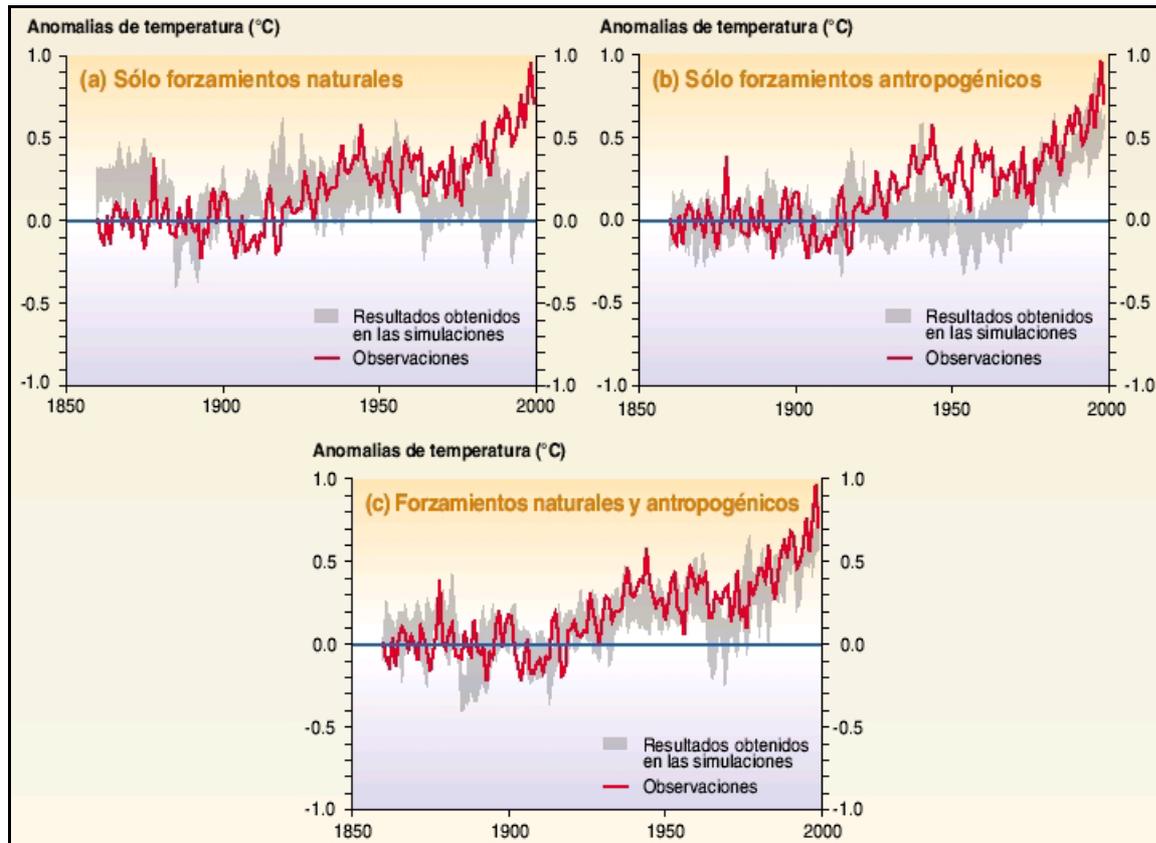
to general de que un aumento de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero -algo que ocurre de forma ininterrumpida desde la Revolución Industrial y que también ocurrió en épocas más remotas, aunque por causas naturales- provocaría alteraciones en el clima de consecuencias desconocidas hasta la fecha. En el pasado las alteraciones en la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero -CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>- han estado asociadas a profundos cambios climáticos (Ilustración 2, página 3). La diferencia fundamental entre estos cambios naturales y la evolución actual del sistema climático no está tanto en los procesos y sus causas como en la velocidad a la que se producen las alteraciones, tanto en la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero como en el clima.

### 1.2.1 Detección de los cambios y atribución de las causas

El problema de la detección de los cambios surge debido a que la señal producida por el cambio climático<sup>4</sup> antropogénico está superpuesta a la variabilidad natural del clima, lo que la enmascara parcialmente. Como la variabilidad natural del clima es función de procesos y factores que no están relacionados con actividades humanas, los cambios en el clima se consideran significativos cuando no son habituales -en sentido estadístico- en el marco de la variabilidad natural del clima.

<sup>4</sup> En foros políticos se reserva el término cambio climático para las alteraciones del clima originadas por las actividades humanas; mientras que para las alteraciones naturales se utiliza el término variabilidad natural. Sin embargo, en el ámbito científico el término cambio climático incluye las alteraciones climáticas debidas tanto a causas naturales como antropogénicas.

En el Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC) se confirma que, a lo largo del siglo pasado, la temperatura media global en la superficie ha aumentado. Además se atribuyen, por primera vez, las causas del calentamiento ob-



**Ilustración 3.- Evolución de la temperatura del aire según diferentes hipótesis**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

servado a las actividades humanas. En la Ilustración 3 (página 4) se pueden ver diferentes simulaciones realizadas con modelos para intentar explicar la evolución de la temperatura media del planeta. La curva en rojo representa la temperatura media del aire en superficie observada desde la mitad del Siglo XIX hasta nuestros días; las curvas en gris representan la evolución de la misma temperatura simulada mediante modelos. En el gráfico superior izquierda se ha mantenido, durante la simulación, la composición del aire conocida en la época preindustrial; mientras que en el derecho se ha aislado, en la simulación, el papel de la actividad humana, modificando la composición del aire. En el gráfico inferior se han considerado simultáneamente los dos efectos anteriores, respetando la composición atmosférica como realmente ha evolucionado. Se observa que, si bien la evolución de la temperatura se puede explicar suficientemente bien sólo mediante causas naturales durante la primera mitad del Siglo XX, no es así durante la segunda mitad. Sólo considerando el papel de la Humanidad es posible explicar el aumento de temperatura observado en el Planeta en la segunda mitad del siglo pasado.

En la Tabla 1 (página 5) se presenta un resumen sobre los principales indicadores y cambios

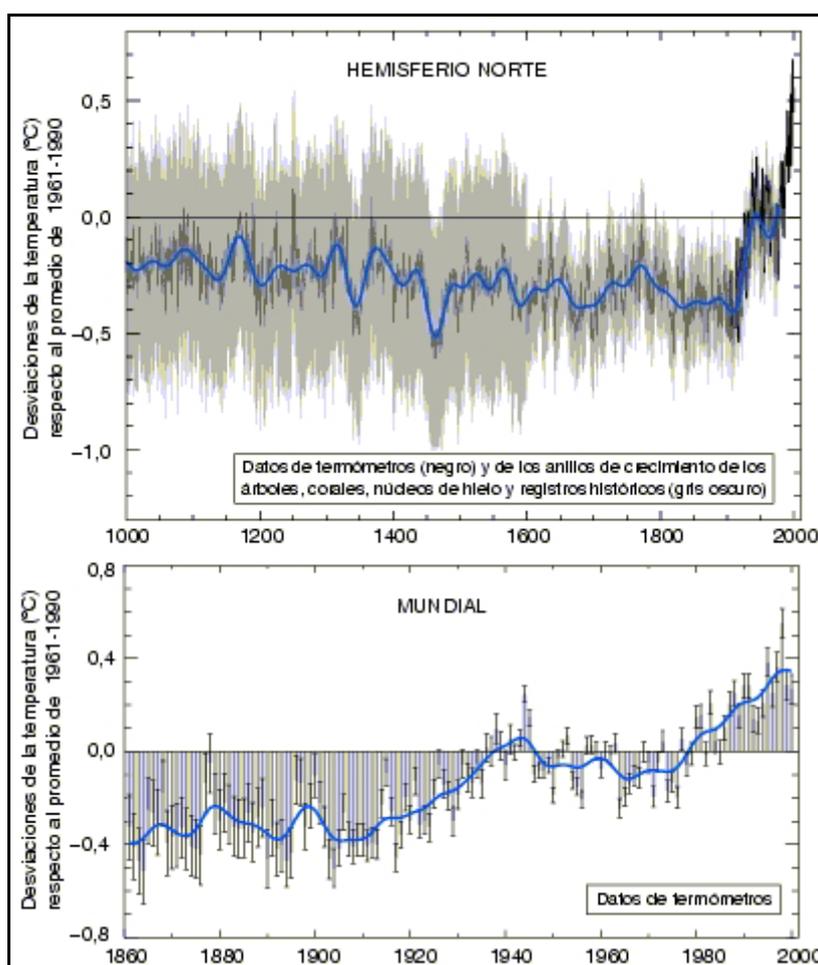
Concentración atmosférica de CO <sub>2</sub>	280 ± 6 ppm (1000-1750), hoy día 371 ppm
Concentración atmosférica de CH <sub>4</sub>	0,70 ± 0,06 ppm (1000-1750), hoy día 1,775 ppm
Concentración atmosférica de N <sub>2</sub> O	0,270 ± 0,01 ppm (1000-1750), hoy día 0,316 ppm
Temperatura media superficial	+0,6 ± 0,2 °C (1861-2000), mayor en tierra que en mar
Temperatura del Hemisferio Norte	El aumento durante el siglo XX es el mayor del último milenio
Rango diurno de temperaturas	Menor: las mínimas aumentan a doble ritmo que las máximas
Nivel medio del mar	Entre 10 y 20 cm (1860-2000) con variaciones regionales
Temporada de hielos en ríos y lagos	15 días menor en latitudes medias y altas del Hemisferio Norte
Cobertura nivosa	Disminución del 10% desde 1960
Precipitación sobre los continentes	Mayor en el Hemisferio Norte
Precipitaciones intensas	Aumentan en latitudes medias y altas del Hemisferio Norte
Fenómeno El Niño-La Niña	Más frecuente, persistente e intenso durante los últimos 30 años
Ecosistemas naturales	Desplazamientos hacia mayores latitudes y altitudes

**Tabla 1.- Principales indicadores y cambios observados en el sistema climático**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

observados en el sistema climático durante los últimos decenios.

Tal como puede verse en la Ilustración 4 (página 5), la temperatura global media en la superfi-



**Ilustración 4.- Variación de la temperatura superficial**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

cie terrestre se ha incrementado a lo largo del siglo XX en  $0,6 \pm 0,2$  °C. Globalmente, es muy probable<sup>5</sup> que la década de 1990 haya sido la más cálida del siglo, siendo 1998 el año más cálido des-

<sup>5</sup> El IPCC usa la expresión 'muy probable' cuando la probabilidad de que la estimación sea cierta está entre

de que se poseen registros instrumentales. Nuevos análisis efectuados para el hemisferio norte indican que los incrementos de temperatura acaecidos en el siglo XX han sido, probablemente, los mayores ocurridos en un siglo en los últimos 1.000 años.

### 1.2.2 Relación entre emisiones y concentración atmosférica

Para acercarse al núcleo del problema del cambio climático y entender la necesidad de establecer un compromiso global que conduzca a la aplicación de políticas y medidas para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, es interesante presentar algunos datos que revelan la relación entre las emisiones, la gravedad de los cambios climáticos que provocan y el largo período de tiempo necesario para alterar, aunque sólo sea mínimamente, las tendencias.

Como ya se ha citado, los cambios en el clima derivados de la actividad humana son debidos a la intensificación del efecto invernadero natural, al aumentar la concentración atmosférica de los gases radiativamente activos y provocar lo que se conoce como un forzamiento radiativo. Cerca del 60% de este forzamiento es debido al CO<sub>2</sub>, en tanto que el CH<sub>4</sub> contribuye en un 15%, el N<sub>2</sub>O en un 5%, mientras que otros gases y partículas, como el ozono, carburos hidrofluorados (HFC) y perfluorados (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), contribuyen con el 20% restante.

Centrando el análisis en el CO<sub>2</sub>, el gas con mayor influencia en las causas del cambio climático, se comprueba que una molécula de este gas -una vez emitida- permanece en la atmósfera alrededor de cuatro años por término medio antes de ser captada por un reservorio; aunque la Tierra en su conjunto necesita más de cien años para adaptarse a la alteración de sus emisiones y estabilizar de nuevo su concentración atmosférica. En consecuencia, si a día de hoy se lograra estabilizar las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, su concentración atmosférica seguiría aumentando a lo largo de casi dos siglos.

### 1.3 EMISIÓN Y CONCENTRACIÓN

El conocimiento que se tiene hoy en día sobre las emisiones pasadas y concentraciones atmos-

NOMBRE DEL COMPUESTO	SÍMBOLO	CONC. (ppm)	PCG (CO <sub>2</sub> )	VIDA (años)
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	371	1	120
Metano	CH <sub>4</sub>	1,775	23	12
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	315×10 <sup>-3</sup>	296	114
Metilcloroformo (1,1,1-tricloroetano)	CH <sub>3</sub> -CCl <sub>3</sub>	55×10 <sup>-6</sup>	360	5
Tetracloruro de carbono	CCl <sub>4</sub>	97×10 <sup>-6</sup>	1.400	42
Clorodifluorometano (HCFC-22)	CHClF <sub>2</sub>	144×10 <sup>-6</sup>	1.500	12
Triclorofluorometano (CFC-11)	CCl <sub>3</sub> F	263×10 <sup>-6</sup>	3.800	50
Triclorotrifluoroetano (CFC-113)	C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	82×10 <sup>-6</sup>	4.800	85
Diclorodifluorometano (CFC-12)	CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	540×10 <sup>-6</sup>	8.100	102
Hexafluoroetano o perfluoroetano	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	4×10 <sup>-6</sup>	11.900	10.000
Trifluorometano o fluoroforno (HFC-23)	CHF <sub>3</sub>	11×10 <sup>-6</sup>	12.000	260
Trifluorometil pentafluoruro de azufre	SF <sub>5</sub> CF <sub>3</sub>	120×10 <sup>-9</sup>	18.000	1.000
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	4×10 <sup>-6</sup>	22.200	3.200

**Tabla 2.- Características de los principales gases de efecto invernadero**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

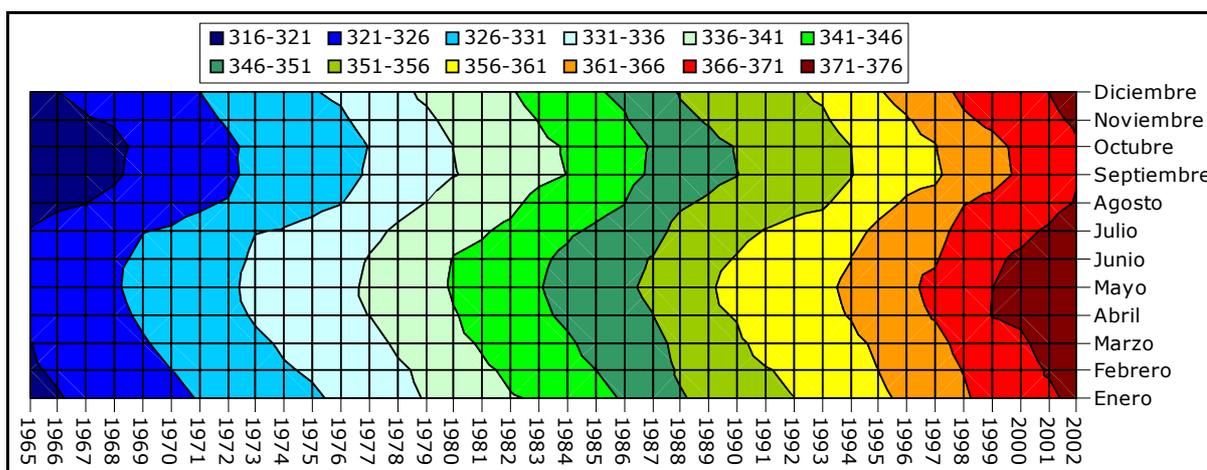
féricas de los gases y partículas de efecto invernadero, así como de su previsible evolución, se puede resumir muy brevemente (Tabla 2, página 6) en los siguientes apartados.

---

el 90% y el 99% (detalles en el glosario de términos del Anexo D, bajo 'confianza de las estimaciones').

### 1.3.1 Dióxido de carbono

Antes de la era industrial, la concentración atmosférica del CO<sub>2</sub> fue de 288±10 ppm durante



**Ilustración 5.- Concentración atmosférica mensual de CO<sub>2</sub> en Mauna Loa (Hawaii)**

(Fuente: Centro de Análisis de la Información sobre CO<sub>2</sub>)

miles de años. Desde entonces ha crecido de forma continua hasta alcanzar 371 ppm en 2001, con oscilaciones en función de la época del año (Ilustración 5, página 7). El ritmo actual de crecimiento se debe a las emisiones de origen antrópico. Según el Tercer Informe de Evaluación del IPCC, se espera un crecimiento continuado de sus emisiones con un rango en la concentración para el 2100, teniendo en cuenta los distintos modelos y escenarios, entre 486 ppm en un escenario de gran sostenibilidad ambiental y de 1.248 ppm en el caso de una utilización intensiva de los combustibles fósiles. Debido a los nuevos descubrimientos científicos sobre el ciclo del carbono reflejados en dicho informe, se han modificado ligeramente los potenciales de calentamiento global (PCG) de todos los gases (estos nuevos valores no están en vigor para el primer período de compromiso), tanto por alteración directa de su valor como relativa por los cambios del CO<sub>2</sub>. Así, el tiempo de vida de este gas se estima en 120 años en promedio.

### 1.3.2 Metano

La concentración atmosférica del metano continua creciendo desde 0,848 ppm en 1860 hasta 1,775±0,050 ppm en 1999. Las tasas anuales de crecimiento han venido decreciendo desde hace dos décadas, estabilizándose alrededor de 0,008 ppm anuales. Teniendo en cuenta los distintos escenarios, se prevé un rango entre 1,574 y 3,731 ppm en su concentración atmosférica para el año 2100. En cuanto al tiempo de vida se estima en 12 años, mientras que su PCG ha subido -con relación a la cifra de 21 del Segundo Informe de Evaluación del IPCC- hasta 23.

### 1.3.3 Óxido nítrico

La concentración de óxido nítrico ha crecido desde 285×10<sup>-3</sup> ppm en la era preindustrial hasta una concentración media de 315×10<sup>-3</sup> ppm en 1999. La carga atmosférica del N<sub>2</sub>O continua creciendo aproximadamente un 0,25 % anual. La abundancia de este gas es 8×10<sup>-3</sup> ppm mayor en el Hemisferio Norte que en el Sur, dado que en el Hemisferio Norte ocurren el 60% de las emisiones. Para el año 2100 el IPCC estima un rango de su concentración atmosférica entre 354×10<sup>-3</sup> y 460×10<sup>-3</sup> ppm, en función del escenario considerado. Su tiempo de vida se estima en 114 años y su PCG ha bajado -desde 310- hasta 296.

### 1.3.4 Compuestos halogenados

La concentración atmosférica de los principales gases que atacan la capa de ozono está decreciendo (CFC-11, CFC-113, CH<sub>3</sub>-CCl<sub>3</sub>, CCl<sub>4</sub>) o creciendo más lentamente (CFC-12) como consecuencia de la aplicación del Protocolo de Montreal. La concentración de los gases sustitutos se está incrementando a un ritmo apreciable. En el caso de los PFC, las emisiones antropogénicas exceden a las naturales en un factor de más de 1.000. Las emisiones futuras de los compuestos halogenados dependerán de las tecnologías empleadas en su producción y uso. Los efectos sobre el clima de cada una de estas sustancias varían considerablemente debido a su tiempo de vida y a su PCG; pero si continúan las emisiones al nivel actual, su contribución al calentamiento global será significativa.

### 1.3.5 Ozono estratosférico

La reducción de la capa de ozono estratosférico durante las tres décadas pasadas ha sido sustancial. Entre 60° S y 60° N ha decrecido a un ritmo de 2% cada diez años, debido en gran parte a la presencia de carburos halogenados. Son especialmente alarmantes los valores en latitudes altas

y en los Polos. La reducción del ozono estratosférico es un problema ecológico de primera magnitud que está siendo retroalimentado por el calentamiento global de la troposfera y el enfriamiento de la estratosfera. Esto implica que las actuaciones para frenar el cambio climático son también necesarias desde el punto de vista de la protección de la capa de ozono.

### 1.3.6 Ozono troposférico

Actualmente es el tercer gas de efecto invernadero más importante y su concentración está aumentando, sobre todo en el Hemisferio Norte. Su valor ha pasado de 25 DU (unidades Dobson) en la era preindustrial a 34 DU en la actualidad, que equivalen a  $50 \times 10^{-3}$  ppm. En el Tercer Informe de Evaluación del IPCC se prevé un rango en su concentración para el año 2100 entre 30,1 y 54,8 DU. Sin embargo, la determinación del balance global del ozono troposférico sigue teniendo incertidumbres relacionadas con su distribución, sus precursores y fenómenos de transporte.

### 1.3.7 Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) es un importante gas de efecto invernadero indirecto, ya que su concentración perturba la química atmosférica del ozono, metano y radical hidroxilo. Algunos modelos indican que la emisión de 100 Mt de CO estimula una perturbación de la química atmosférica que equivale a una emisión directa de 5 Mt de CH<sub>4</sub>. Actualmente más de la mitad de las emisiones atmosféricas de CO son causadas por las actividades humanas, y como resultado el Hemisferio Norte contiene el doble de CO que el Sur.

### 1.3.8 Vapor de agua estratosférico

El vapor de agua estratosférico es un potente gas de efecto invernadero. La oxidación de CH<sub>4</sub> es una fuente de este gas y actualmente causa un incremento de 3 ppm en la tropopausa y 6 ppm en la alta estratosfera.

### 1.3.9 Aerosoles

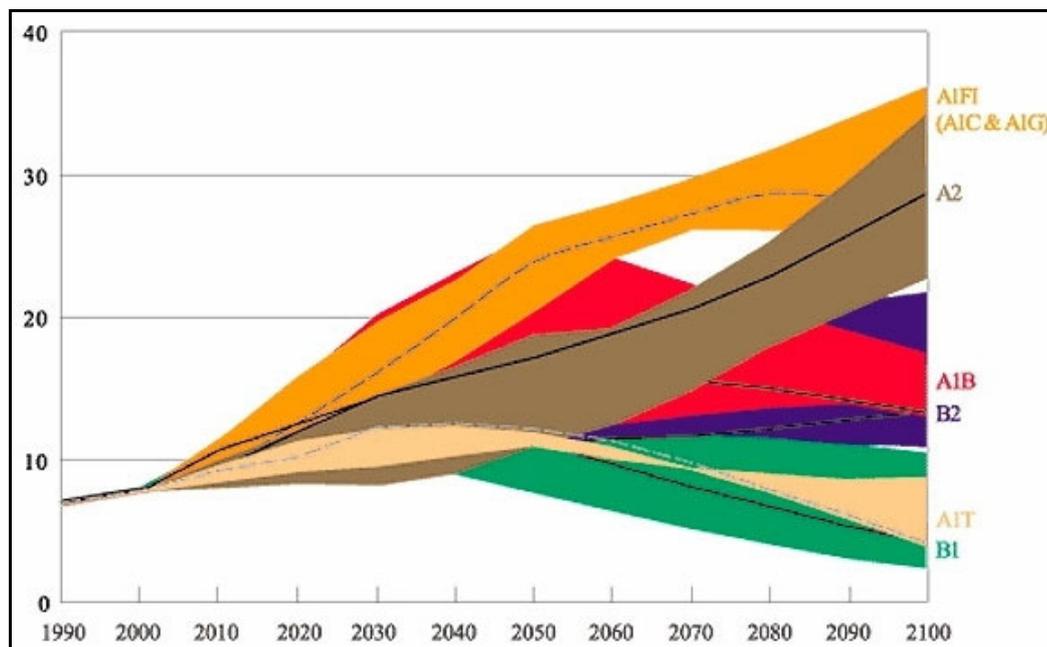
El efecto de los aerosoles es doble: directo, modificando la absorción de la radiación solar mediante fenómenos de dispersión; e indirecto, alterando las propiedades ópticas de la atmósfera mediante la modificación de la cubierta nubosa. Existe una gran variabilidad tanto temporal como espacial de las concentraciones de aerosoles, por ello resultan muy complejos los cálculos de sus efectos sobre el forzamiento radiativo. Los aerosoles sulfatados, que se forman como consecuencia de las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), actúan como agentes retardantes del calentamiento y su evolución dependerá de la calidad de los combustibles fósiles empleados.

## 1.4 ESCENARIOS DE EMISIONES

Las emisiones futuras de gases de efecto invernadero vendrán determinadas por factores tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico, y su evolución futura es muy incierta. Los escenarios de emisiones son fundamentales para los modelos que simulan el sistema climático para evaluar los impactos de los cambios previstos y diseñar las correspondientes estrategias de limitación, e incluso para estimar el impacto global de las estrategias de limitación de las emisiones.

En 1992 el IPCC publicó unos escenarios de emisiones, conocidos como IS92 que sirvieron de base para que los modelos globales acoplados desarrollaran unos escenarios sobre el cambio climático previsto. Desde entonces los conocimientos sobre las emisiones futuras de estos gases han cambiado notablemente. Por ello, en 1996 el IPCC decidió desarrollar un nuevo conjunto de escenarios de emisiones que sirvieran de base para su Tercer Informe de Evaluación del año 2001. Estos nuevos escenarios contienen unos valores de referencia mejorados e información reciente sobre la reestructuración económica en todo el mundo, examinan diferentes tendencias y tasas de cambio tecnológico, y amplían el repertorio de trayectorias del desarrollo económico mundial, y en particular la reducción de desigualdades entre países desarrollados y en desarrollo. Es importante señalar que este conjunto de escenarios no contemplan posibles políticas o compromisos legales dirigidos a la reducción de emisiones, como por ejemplo el Protocolo de Kioto.

Para cada línea evolutiva el IPCC desarrolló escenarios basados en diferentes planteamientos de los modelos con el objeto de examinar todos los posibles resultados. Las líneas evolutivas desarrolladas proporcionan cuatro conjuntos de escenarios denominados familias: A1, A2, B1 y B2. En



**Ilustración 6.- Emisiones (Gt de C anuales) para las familias de escenarios**

(Fuente: Informe Especial del IPCC sobre Escenarios de Emisiones)

total se desarrollaron 40 escenarios. Estas familias (Ilustración 6, página 9) se resumen como sigue:

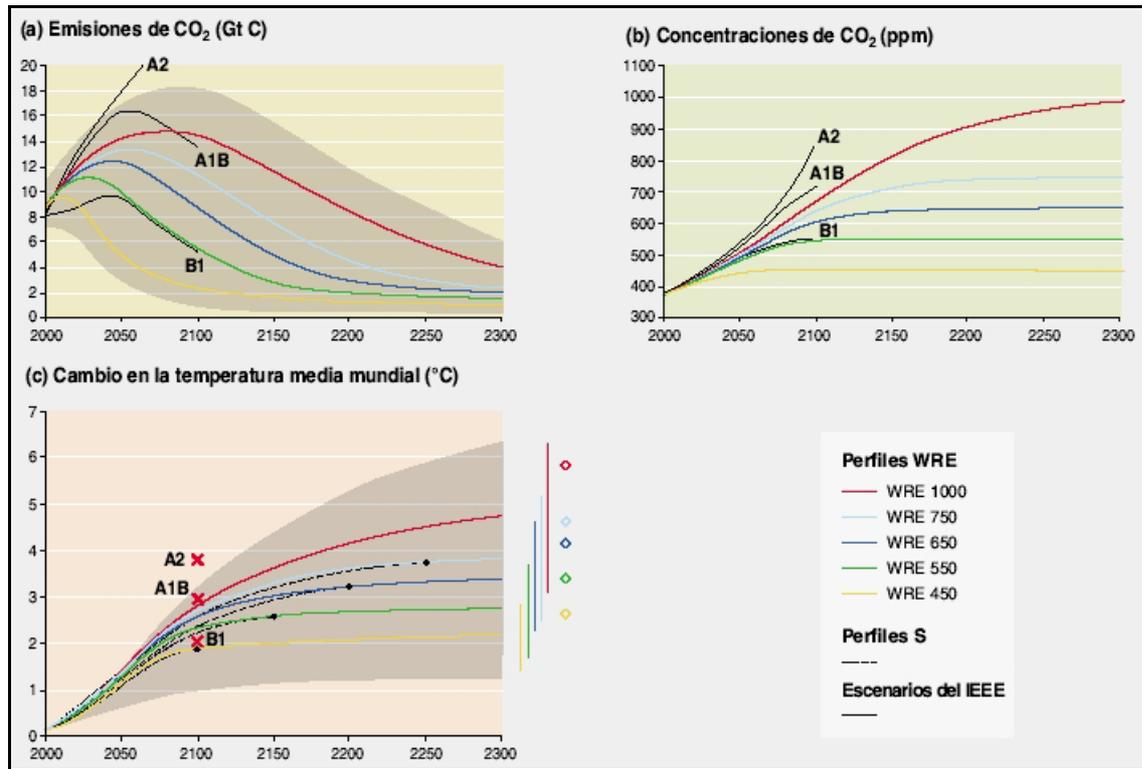
- La línea evolutiva y familia de escenarios A1 describe un futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en ingresos por habitante.
- La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales.
- La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información.
- La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describe un mundo donde predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con niveles de desarrollo económico intermedios.

#### 1.4.1 Implicaciones de los escenarios

Aunque sin entrar en detalles, sí es útil aportar unas pinceladas sobre los resultados aportados por el Tercer Informe de Evaluación del IPCC, así por ejemplo:

- Si las emisiones de CO<sub>2</sub> se mantuvieran en los niveles actuales, los modelos del ciclo de carbono indican que las concentraciones de CO<sub>2</sub> continuarían creciendo. Para estabilizar la concentración de CO<sub>2</sub> a cualquier nivel se requiere una reducción drástica de los actuales niveles de emisiones.
- La estabilización de las concentraciones a 450, 650 ó 1.000 ppm requerirá reducir a nivel global las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> por debajo de los niveles de emisiones del año 1990, a largo de unas pocas décadas, un siglo o unos dos siglos, respectivamente y posteriormente más reducciones progresivas.

Por tanto, de los modelos se deduce una importante conclusión, y es que el nivel al que se produce la estabilización de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero se rige más por la cuantía de las emisiones desde este momento hasta la estabilización, que por su pro-



**Ilustración 7.- Previsión de emisiones, concentración atmosférica y cambio de temperatura para distintos escenarios**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

gresión temporal. Es decir, mayores emisiones en los primeros años requieren menores emisiones al final, y viceversa. Más aún, para mantener la concentración atmosférica por debajo de las 550 ppm -objetivo comunitario-, las emisiones globales durante el siglo XXI no deberían ser mayores que la actual media mundial y deberían ser mucho más bajas tanto antes del final de ese siglo como durante todo el siglo XXII. Esto se aprecia más claramente en la Ilustración 7 (página 10), donde se muestran las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> y su correspondiente concentración atmosférica para las diversas familias de escenarios desarrolladas por el IPCC.

En consecuencia, las políticas y medidas que pretendan luchar contra las causas del cambio climático deben, directa o indirectamente, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera o aumentar su captación por los sumideros. La aplicación de cualquier otro tipo de medidas distintas de éstas no pasa de ser, a día de hoy, una mera hipótesis de trabajo sin fundamento científico serio ni un análisis equilibrado de sus efectos sobre los ecosistemas terrestres

### 1.4.2 Previsiones de los modelos climáticos

De acuerdo a la información facilitada por el Tercer Informe de Evaluación del IPCC y como

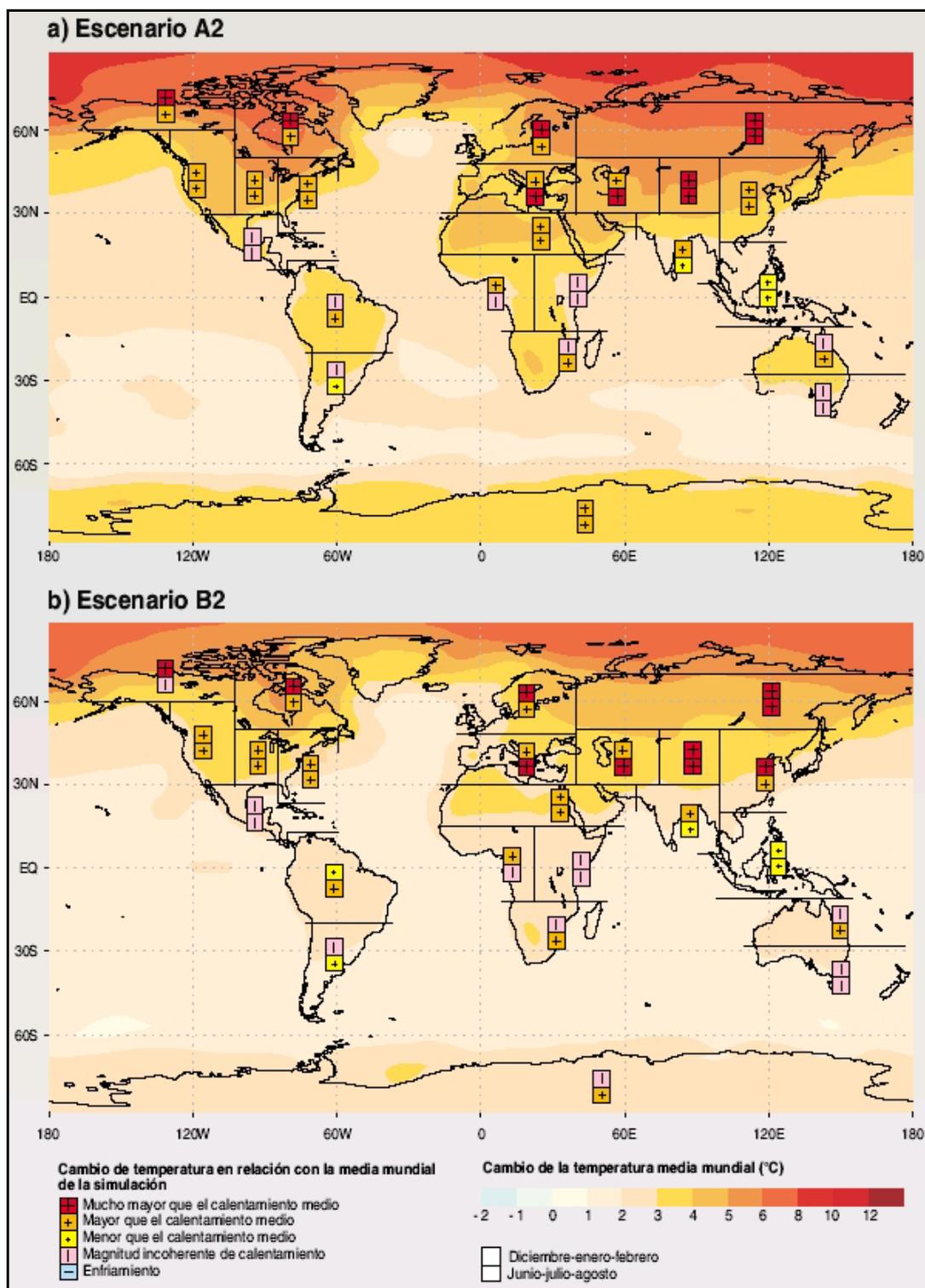
Concentración atmosférica de CO <sub>2</sub>	486 a 1.248 ppm
Concentración atmosférica de CH <sub>4</sub>	1,574 a 3,731 ppm
Concentración atmosférica de N <sub>2</sub> O	0,354 a 0,460 ppm
Temperatura media superficial	De +1,4 a +5,8 °C sobre el valor de 1990
Nivel medio del mar	De +9 a +88 cm sobre el valor de 1990
Precipitación	Aumento a nivel global, aunque a escala regional pueden aparecer variaciones entre el 5% y 20%, en aumento o en disminución
Fenómenos adversos	Aumento en la frecuencia e intensidad
Sequías	Disminución de la disponibilidad per cápita en el Mediterráneo
Olas de calor	Mayores temperaturas máximas y número de días de calor
Olas de frío	Mayores temperaturas mínimas y menos días de heladas

**Tabla 3.- Previsiones climáticas para el año 2100**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

ejemplo de las proyecciones de los modelos climáticos, en la Tabla 3 (página 10) se presenta los principales proyecciones para el presente siglo. Asimismo, con objeto de tener una idea de los cambios previstos en las principales variables climáticas bajo los escenarios de emisiones, citados anteriormente, en las siguientes figuras se muestran, respectivamente, los cambios previstos en la temperatura superficial, precipitación y nivel del mar.

El patrón temporal de los cambios en la temperatura (Ilustración 8, página 11) y en el aumento del nivel del mar es similar para todos los escenarios, con un factor multiplicador que depende

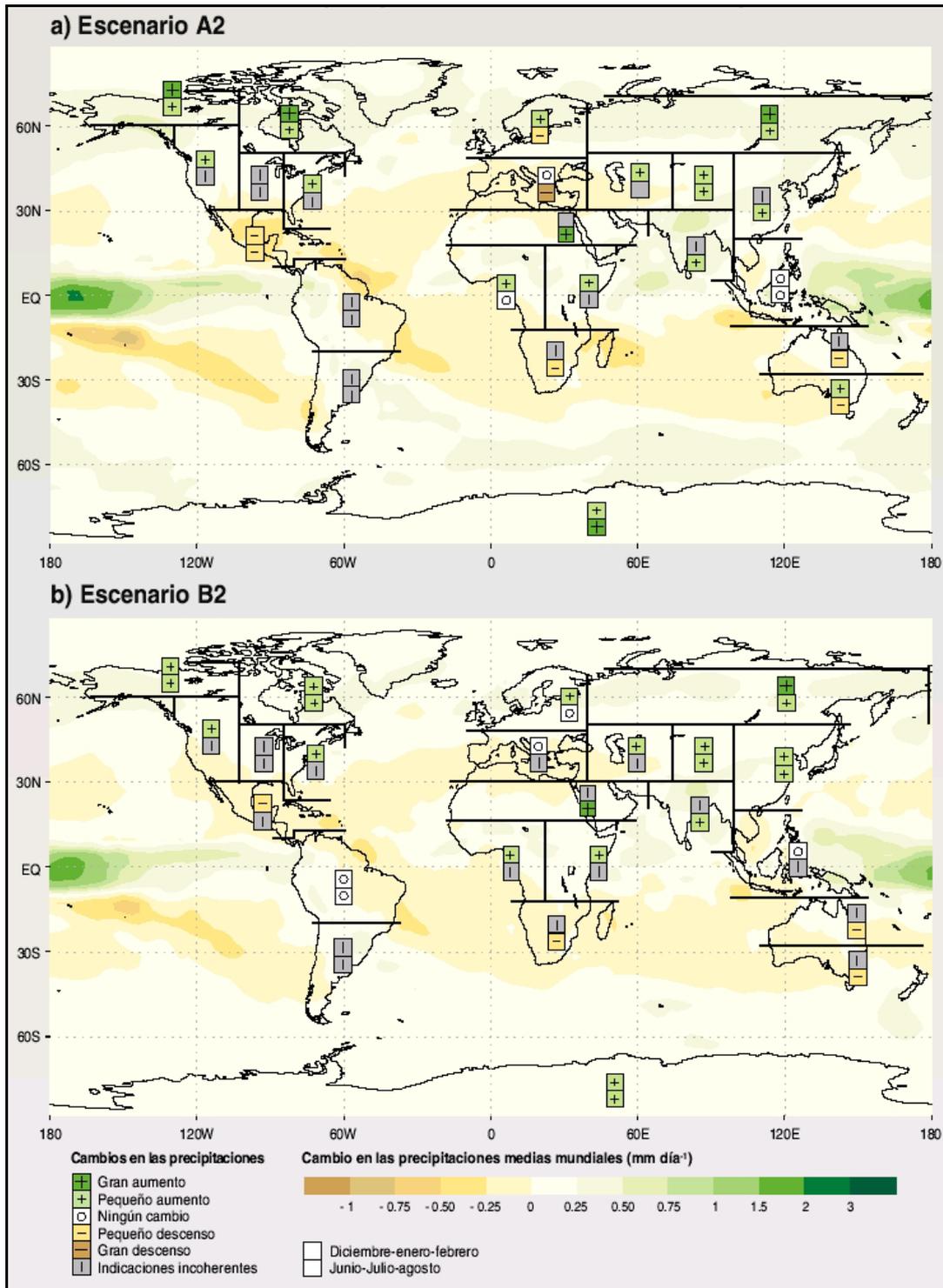


**Ilustración 8.- Proyecciones del cambio de la temperatura media**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

del correspondiente nivel de estabilización.

En cuanto a la precipitación (Ilustración 9, página 12), el aumento global está relacionado con el correspondiente a la temperatura -a mayor temperatura, más contenido de vapor de agua en la atmósfera-; aunque la distribución espacial de los cambios estaría íntimamente ligada con la circu-

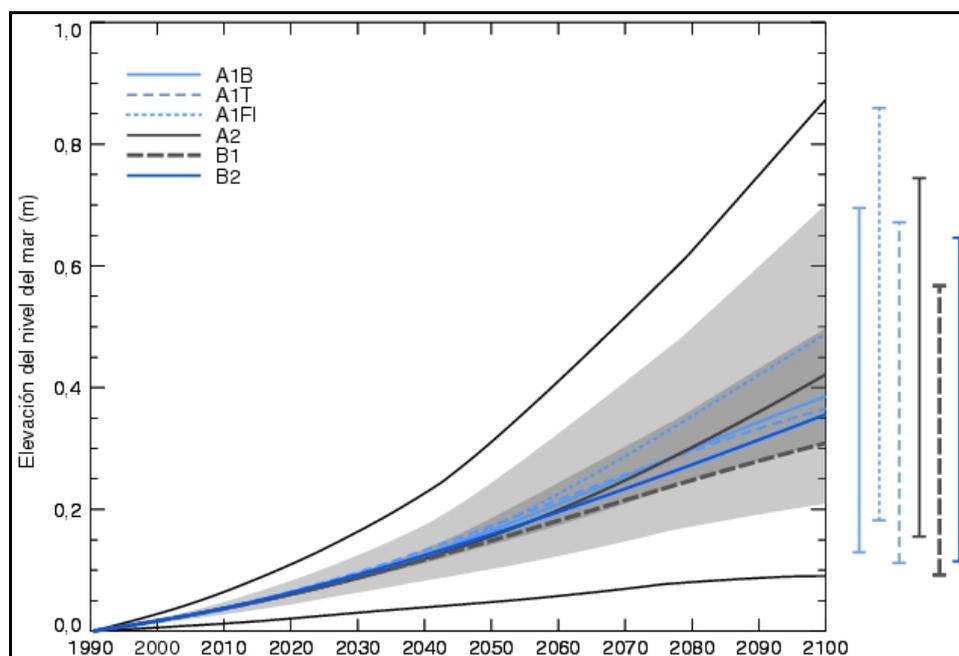


**Ilustración 9.- Proyecciones del cambio de la precipitación media**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

lación atmosférica, y no con el aumento de la temperatura.

El aumento en el nivel medio del mar (Ilustración 10, página 13) correspondiente a dichos escenarios será debido tanto a la expansión térmica de los océanos -dilatación del agua por efecto de la temperatura- como a la fusión de parte de los hielos de Groenlandia. Debido a la lenta respuesta



**Ilustración 10.- Proyecciones del cambio del nivel medio del mar**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

del océano a los cambios -en comparación con la atmósfera-, el retardo temporal en alcanzar determinados valores del cambio en función de los niveles de estabilización es inferior.

Por último, hay que recalcar de nuevo que la estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero en un determinado instante no significa que se acaben los cambios en el clima, ya que una vez lograda la estabilización, la temperatura media mundial en la superficie seguiría aumentando durante pocos siglos y el nivel del mar durante varios siglos.

## 1.5 EL CLIMA FUTURO Y SUS INCERTIDUMBRES

Aunque estas informaciones parezcan catastrofistas, los datos están refrendados por los científicos más prestigiosos y por el IPCC, y representan el estado del conocimiento a finales del siglo XX. Es importante resaltar que aunque existen todavía muchas incertidumbres que no permiten cuantificar con suficiente precisión los cambios previstos, la información validada hasta ahora es suficiente para tomar medidas de forma inmediata.

A este respecto hay que añadir que el conocimiento de la existencia de incertidumbres no debe ser un pretexto para no tomar medidas. La propia Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) incluye en su Artículo 3.3 el llamado principio de precaución (apartado 2.1.2). Desde un punto de vista científico, el desconocimiento es el mayor impulso a la búsqueda del saber; por lo tanto, el conocimiento de la existencia de incertidumbres es para los científicos un estímulo a la investigación. Así mismo, debe representar para las Administraciones Públicas y para el sector privado un argumento, de primera magnitud, para apoyar y financiar aquella investigación sobre el sistema climático que sea capaz de aportar conocimiento aplicable al problema del cambio climático.

La inercia, los retrasos y la irreversibilidad del sistema climático son factores muy importantes a tener en cuenta y cuanto más se tarde en tomar esas medidas, los efectos del incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero serán menos reversibles.

## 2 INSTRUMENTOS JURÍDICOS

Tras un largo proceso de negociación, la respuesta internacional ante el reto del cambio climático se ha materializado en dos instrumentos jurídicos, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, que desarrolla y dota de contenido concreto las prescripciones genéricas de la Convención. Ésta tiene como objetivo último lograr la estabilización de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero con el fin de prevenir perturbaciones peligrosas de origen antrópico en el sistema climático. El Protocolo de Kioto -adoptado en 1997- establece, por primera vez, objetivos de reducción de emisiones netas de estos gases para

los países desarrollados o con economías en transición.

Si bien la alerta ante la evolución del clima se declara por primera vez a finales de los años sesenta con el establecimiento del Programa Mundial de Investigación Atmosférica, el proceso político arranca en 1972 con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. En esta Conferencia se sugirió a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y se recomendó a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) que, en cooperación con el Consejo Internacional de la Ciencia (CIC) -organización científica de carácter no gubernamental-, emprendiese las actividades necesarias para mejorar la comprensión de las causas naturales y artificiales de un posible cambio climático.

Posteriormente, en 1983 se constituyó la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo -conocida como Comisión Brundtland, pues la presidió la entonces Primera Ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland-, que en 1987 presentó su informe 'Nuestro futuro común'. En dicho informe se subraya la necesidad de iniciar las negociaciones para un tratado mundial sobre el clima, investigar los orígenes y efectos de un cambio climático, vigilar científicamente el clima y establecer políticas internacionales para la reducción de las emisiones a la atmósfera de los gases de efecto invernadero.

## 2.1 CONVENCIÓN MARCO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El 21 de diciembre de 1990, la Resolución 45/212 de la Asamblea General de Naciones Unidas creaba un Comité Intergubernamental de Negociación con el mandato de elaborar una Convención que abordara el problema del cambio climático. Durante año y medio el Comité mantuvo cinco intensas sesiones de negociación y finalmente la CMCC fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992. Se abrió a la firma a partir del 4 de junio, coincidiendo con la celebración en Río de Janeiro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD). Durante esta Conferencia, conocida como la Cumbre de la Tierra, la Convención es firmada por 155 Estados, constituyendo uno de los principales resultados políticos de la Cumbre. La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994, 90 días después de la presentación del quincuagésimo instrumento de ratificación. A día de hoy dicha cifra ha aumentado a 186 Estados.

### 2.1.1 Objetivo

El Artículo 2 de la Convención establece que su objetivo último es "lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible". La Convención, pues, no especifica cuál debería ser ese nivel de concentración, ni en que plazo de tiempo debe alcanzarse.

### 2.1.2 Principios

Las medidas que adopten los países Partes de la Convención para lograr este objetivo deben inspirarse en una serie de principios recogidos en su Artículo 3:

- La protección del sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras.
- Las responsabilidades comunes pero diferenciadas de las Partes. Como consecuencia, los países desarrollados deberán tomar la iniciativa.
- El principio de precaución, por el que la falta de total certidumbre científica no debería utilizarse para posponer las medidas de mitigación del cambio climático cuando haya amenaza de daño grave.
- El derecho al desarrollo sostenible de todos los pueblos.
- La cooperación para la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio al crecimiento económico y al desarrollo sostenible.

### 2.1.3 Compromisos de las Partes

Tras el objetivo y los principios, la Convención aborda el núcleo de su contenido, es decir, las obligaciones o compromisos de las Partes. En aplicación del principio de responsabilidad común pero diferenciada, las obligaciones están divididas en dos categorías: los compromisos generales para todas las Partes, y los compromisos específicos para los países desarrollados.

#### 2.1.3.1 Compromisos de todos los países

El Artículo 4 de la Convención enumera en su párrafo primero los compromisos que deben asumir todas las Partes. Son obligaciones mínimas, precisamente porque son las únicas que se aplican tanto a países desarrollados como a países en desarrollo. Los compromisos más significativos asumidos por todas las Partes, en cuanto que implican acciones concretas son, en primer lugar, la elaboración y publicación periódica de inventarios nacionales de emisiones antropogénicas de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal (Artículo 4.1.a); en

segundo lugar, la elaboración y aplicación de programas nacionales de medidas para la mitigación del cambio climático (Artículo 4.1.b); y, en tercer lugar, comunicar a la Conferencia de las Partes (CdP) la información relativa a la aplicación de la Convención (Artículo 4.1.j).

El resto de los compromisos aceptados por todas las Partes son de carácter más genérico, como por ejemplo:

- Promover el desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías y prácticas que reduzcan las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero.
- Promover la gestión sostenible y la conservación de los sumideros de carbono, especialmente bosques y océanos.
- Tener en cuenta, en la medida de lo posible, las consideraciones relativas al cambio climático en la formulación y aplicación de las políticas y medidas en los distintos sectores socioeconómicos.
- Promover la observación sistemática y la investigación sobre el sistema climático.
- Promover la cooperación y el intercambio de información relativa al cambio climático.
- Promover la educación y la sensibilización pública respecto al cambio climático.

### **2.1.3.2 Compromisos específicos para países incluidos en el Anexo I**

El Artículo 4.2 de la Convención establece los compromisos que afectan a los países desarrollados y demás Estados enumerados en el Anexo I. Así, las Partes Anexo I, además de asumir las obligaciones genéricas, asumen determinados compromisos específicos.

En primer lugar deben adoptar políticas y medidas de mitigación del cambio climático, limitando sus emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, y protegiendo y mejorando los sumideros de dichos gases. La Convención no cuantifica dicha limitación, simplemente indica que las políticas y medidas de mitigación "demostrarán que los países desarrollados están tomando la iniciativa en lo que respecta a modificar las tendencias a más largo plazo de las emisiones antropogénicas de manera acorde con la presente Convención".

En segundo lugar, si bien la Convención no establece un calendario preciso respecto de la limitación de las emisiones, sí establece "el regreso antes de finales del decenio actual a los niveles anteriores de emisiones antropogénicas de dióxido de carbono y de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal contribuirá tal modificación" (Artículo 4.2.a). Además, las Partes del Anexo I deben "presentar dentro de los 6 meses siguientes a la entrada en vigor de la Convención, y periódicamente de allí en adelante, la información detallada acerca de las políticas y medidas adoptadas ... con el fin de volver de forma individual o colectiva a los niveles de 1990 de las emisiones" (Artículo 4.2.b). Esta redacción un tanto ambigua del Artículo 4 de la Convención implica que las Partes del Anexo I deberían volver antes del año 2000 a los niveles de emisión de gases de efecto invernadero que cada uno de ellos tuviera en el año 1990. No obstante, a los países en proceso de transición económica se les otorgará un mayor grado de flexibilidad. Sin embargo, este requisito no tiene carácter legal y ha sido rechazado formalmente por la mayor parte de los países desarrollados.

En tercer lugar, las Partes Anexo I deben coordinar, según proceda, con las demás Partes los instrumentos económicos y administrativos elaborados para conseguir el objetivo de la Convención, así como identificar y revisar las políticas y medidas existentes que incentiven las actividades que producen emisiones por encima de las normales.

### **2.1.3.3 Compromisos para los países incluidos en el Anexo II**

La Convención establece en su Artículo 4 -apartados 3, 4, y 5- compromisos adicionales a cargo de los países desarrollados enumerados en el Anexo II. Tales compromisos adicionales son:

- Proporcionar recursos financieros nuevos y adicionales para el cumplimiento de las obligaciones de la Convención por parte de los países en desarrollo.
- Ayudar a los países en desarrollo particularmente vulnerables a hacer frente a sus costos de adaptación.
- Facilitar la transferencia de tecnologías apropiadas a países en desarrollo.

Como puede apreciarse, la carga fundamental del régimen acordado recae sobre los hombros de los países desarrollados, imponiéndoles sólo un mínimo de obligaciones a los países en desarrollo. Así, en la 1ª Conferencia de las Partes, celebrada en Berlín (Alemania) en abril de 1995, se reconoció que los compromisos fijados para los países desarrollados y con economías en transición no aseguraban el cumplimiento del objetivo de la Convención, por lo que era necesario desarrollar nuevos instrumentos que lo permitieran, reflexión conocida como Mandato de Berlín y adoptada como Decisión 1/CP.1.

## **2.2 EL PROTOCOLO DE KIOTO**

Después de un largo y complejo proceso de negociación internacional, durante la 3ª Conferen-

cia de las Partes -que tuvo lugar en Kioto (Japón) en diciembre de 1997-, se adoptó un instrumento legal conocido como Protocolo de Kioto que limita las emisiones netas de gases de efecto invernadero para los principales países desarrollados y con economías en transición.

El Artículo 2 del Protocolo propone un conjunto de políticas y medidas con el fin de promover el desarrollo sostenible y facilitar el cumplimiento de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones, y entre ellas:

- Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía.
- Protección y mejora de los sumideros y depósitos de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, teniendo en cuenta sus compromisos en virtud de los acuerdos internacionales pertinentes sobre el medio ambiente.
- Promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, forestación y reforestación.
- Promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático.
- Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, tecnologías de secuestro del CO<sub>2</sub> y tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.
- Reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarias al objetivo de la Convención en todos los sectores emisores de gases de efecto invernadero y aplicación de instrumentos de mercado.
- Fomento de reformas apropiadas en los sectores pertinentes con el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.
- Medidas para limitar y/o reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en el sector del transporte.
- Limitación y/o reducción de las emisiones de CH<sub>4</sub> mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos, así como en la producción, el transporte y la distribución de energía.

### 2.2.1 Limitación y reducción de emisiones

En virtud del Artículo 3.1 del Protocolo, los países desarrollados y en proceso de transición a una economía de mercado asumen el compromiso de reducir -individual o conjuntamente- sus emisiones antropógenas de los seis gases objeto de control al menos un 5% durante el quinquenio 2008-12. Estos seis gases, recogidos en su anexo A, son el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>. El año de referencia para el cómputo del compromiso de reducción de emisiones es 1990, si bien para los gases fluorados se permite utilizar 1995 como año base. Además, en el año 2005 los países con compromisos de reducción deberán demostrar los avances obtenidos para alcanzar dichos objetivos.

En aplicación del principio de responsabilidad compartida pero diferenciada de los países, no todos los países desarrollados han de reducir sus emisiones de igual modo. El anexo B del Protocolo recoge los compromisos cuantificados de limitación o reducción de emisiones de cada país. No

Alemania	-21,0%	España	+15,0%	Japón	-6,0%	Portugal	+27,0%
Australia	+8,0%	Estados Unidos	-7,0%	<i>Letonia</i>	-8,0%	Reino Unido	-12,5%
Austria	-13,0%	<i>Estonia</i>	-8,0%	Liechtenstein	-8,0%	<i>República Checa</i>	-8,0%
Bélgica	-7,5%	Finlandia	0,0%	<i>Lituania</i>	-8,0%	<i>Rumania</i>	-8,0%
<i>Bulgaria</i>	-8,0%	Francia	0,0%	Luxemburgo	-28,0%	<i>Rusia</i>	0,0%
Canadá	-6,0%	Grecia	+25,0%	Mónaco	-8,0%	Suecia	+4,0%
Croacia	-5,0%	<i>Hungría</i>	-6,0%	Noruega	+1,0%	Suiza	-8,0%
Dinamarca	-21,0%	Irlanda	+13,0%	Nueva Zelanda	0,0%	<i>Ucrania</i>	0,0%
<i>Eslovaquia</i>	-8,0%	Islandia	+10,0%	Países Bajos	-6,0%	Unión Europea	-8,0%
<i>Eslovenia</i>	-8,0%	Italia	-6,5%	<i>Polonia</i>	-6,0%	TOTAL	-5,2%

**Tabla 4.- Compromiso de limitación de emisiones con aplicación del Artículo 4**

(Nombre en cursiva: economía en transición. Fuente: Secretaría de la CMCC)

obstante, el Artículo 4 del Protocolo permite que un grupo de países -lo que se conoce como agrupación de interés económico- decidan cumplir conjuntamente sus compromisos de limitación y reducción de emisiones, en cuyo caso deberán notificar los términos de su acuerdo, incluyendo los niveles de emisión que corresponden a cada país dentro del acuerdo conjunto. La Unión Europea (UE) se ha acogido a esta posibilidad (Tabla 4, página 16).

## 2.2.2 Entrada en vigor

El Artículo 25 establece que el Protocolo "entrará en vigor al nonagésimo día contado desde la

Alemania	7,4%	España	1,9%	Japón	8,5%	Portugal	0,3%
<i>Australia</i>	2,1%	<i>Estados Unidos</i>	36,1%	Letonia	0,2%	Reino Unido	4,3%
Austria	0,4%	Estonia	0,3%	<i>Liechtenstein</i>	0,0%	República Checa	1,2%
Bélgica	0,8%	Finlandia	0,4%	Lituania	-	Rumania	1,2%
Bulgaria	0,6%	Francia	2,7%	Luxemburgo	0,1%	<i>Rusia</i>	17,4%
Canadá	3,3%	Grecia	0,6%	<i>Mónaco</i>	0,0%	Suecia	0,4%
<i>Croacia</i>	-	Hungría	0,5%	Noruega	0,3%	Suiza	0,3%
Dinamarca	0,4%	Irlanda	0,2%	Nueva Zelanda	0,2%	Ucrania	-
Eslovaquia	0,4%	Islandia	0,0%	Países Bajos	1,2%	Unión Europea	24,2%
Eslovenia	-	Italia	3,1%	Polonia	3,0%	TOTAL	100,0%

**Tabla 5.- Reparto de emisiones para la entrada en vigor del Protocolo de Kioto**

(Nombre en cursiva: país sin ratificar. Fuente: Secretaría de la CMCC)

fecha en que hayan depositado su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión no menos de 55 Partes de la Convención, entre las que se cuenten Partes del Anexo I cuyas emisiones totales representen por lo menos el 55% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las Partes del Anexo I correspondiente a 1990" (Tabla 5, página 17).

## 2.3 LA NEGOCIACIÓN DE LOS DETALLES

Sin embargo, ante las importantes repercusiones ambientales, económicas y sociales que la aplicación de Protocolo pudiera tener para los países desarrollados, era imprescindible que los países signatarios de la Convención pactasen las reglas de desarrollo complementarias del Protocolo, de forma que con anterioridad a la ratificación se acordasen aspectos esenciales, como la utilización de los mecanismos de mercado, el papel de los bosques como captadores de carbono, o las consecuencias del incumplimiento, aspectos éstos que el Protocolo no aborda en detalle. Desde la finalización de la 3ª CdP en Kioto, la comunidad internacional ha venido trabajando intensamente para lograr un consenso sobre el contenido de dichas reglas complementarias.

### 2.3.1 Grupos de negociación

En los procesos de negociación internacional las Partes o países son los actores principales, si bien en el caso del cambio climático los intereses divergentes hacen que su agrupación no siga criterios geográficos. Así, los principales grupos representados son:

- Grupo de los 77 y China: creado en 1964 en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, que comprende a los países en desarrollo. En su seno también existen subgrupos de carácter geográfico, como son los países africanos, el Grupo de países Latinoamericanos y el Caribe, o los Pequeños Estados Insulares; o subgrupos implícitos de carácter económico, como los países menos desarrollados o los productores de petróleo. Su interés prioritario son los asuntos financieros y la presencia institucional basada en criterios numéricos y geográficamente equitativos.
- Asia Central, el Cáucaso y Moldavia: grupo con escasos meses de funcionamiento y desgajado del anterior que agrupa a repúblicas ex-soviéticas del Asia Central que no se sienten representados por ninguno de los grupos existentes.
- Unión Europea: compuesto por los 15 Estados miembros, con un fuerte compromiso político para que el Protocolo de Kioto mantenga su integridad ambiental -la reducción global de emisiones pactada debe ser real- y que entre en vigor en el año 2002. Además ha insistido en garantizar la suplementariedad -parte del compromiso se debe cumplir con la adopción de políticas en el ámbito nacional- y la existencia de un régimen severo de sanciones que penalice y haga poco atractivo el incumplimiento.
- Grupo Central 11: integrado por países de la antigua Europa del Este con economías en transición que en su mayor parte son candidatos a la entrada en la UE. Estiman que la transferencia de tecnologías es el elemento esencial para el cumplimiento de sus objetivos, siendo conscientes de que se encuentran en una situación privilegiada para la utilización -como receptores de proyectos- de la Aplicación Conjunta. Ante su integración en la UE en el año 2004, el Grupo se disolvió durante la 18ª reunión de los Órganos Subsidiarios, celebrada en junio de 2003, siendo sustituido por el Grupo Central, compuesto por los países no candidatos a la UE: Bulgaria, Croacia y Rumania.
- Grupo Paraguas: integra a la mayor parte de los países desarrollados no pertenecientes a la

UE (Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón, Nueva Zelanda, Noruega e Islandia), además de Rusia y Ucrania. Surgió tras la adopción del Protocolo de Kioto y sus intereses se centran en disponer de la máxima flexibilidad posible para utilizar los instrumentos que facilitan el cumplimiento -mecanismos y política forestal-, así como en la inexistencia de un régimen legal de sanciones por incumplimiento.

- Grupo de Integridad Ambiental: grupo de reciente creación en el que figuran Suiza, México, Corea del Sur y Liechtenstein; y que con posturas más cercanas a las de la UE intenta ejercer de intermediario entre los distintos grupos.

### 2.3.2 Últimas reuniones

Los hitos más importantes de este proceso negociador han sido, hasta el momento, los siguientes:

- 1998, 4ª CdP en Buenos Aires: se establece un plan que precisa como deben concretarse los instrumentos previstos en el Protocolo (Decisión 1/CP4), y que consiste en una relación de asuntos que requieren ser acordados, fijando como fecha para lograrlo la 6ª CdP. Al acuerdo se le conoce como Plan de Acción de Buenos Aires.
- 1999, 5ª CdP en Bonn: se sigue negociando el Plan de Acción de Buenos Aires. La UE anuncia su objetivo político de ratificar el Protocolo de Kioto en el año 2002.
- 2000, 1ª parte de la 6ª CdP en La Haya: se intensifican las negociaciones para llegar a un acuerdo sobre el Plan de Acción de Buenos Aires, sin que ello se logre. No obstante, la CdP no se clausura, sino que se pospone hasta julio de 2001.
- 2001-julio, 2ª parte de la 6ª CdP en Bonn: se logra un acuerdo político sobre los aspectos clave de la negociación internacional -países en desarrollo y aspectos financieros, mecanismos, sumideros, y régimen de cumplimiento-, recogidos en la Decisión 5/CP6, o Acuerdo de Bonn.
- 2001-octubre, 7ª CdP en Marrakech: se traslada a decisiones legales jurídicamente vinculables el acuerdo adoptado en Bonn, permitiendo que las Partes de la Convención pueden iniciar sus respectivos procesos de ratificación (Acuerdo de Marrakech).
- 2002-octubre, 8ª CdP en Nueva Delhi: se producen avances significativos en diversos aspectos técnicos -como en materia del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y su Junta Ejecutiva, en sumideros o en el ámbito de las metodologías- a la espera de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto y se aprueba la Declaración de Delhi sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible.
- 2003-diciembre, 9ª CdP en Milán: se avanza en tareas previas a la entrada en vigor del Protocolo, tales como la inclusión de las actividades de forestación en el MDL y las prioridades para los Fondos establecidos bajo el Acuerdo de Bonn.

## 2.4 REGLAS DE APLICACIÓN

De los acuerdos políticos y técnicos alcanzados en Bonn y Marrakech se deriva un conjunto de Decisiones que suponen las reglas de aplicación de los elementos contenidos en el Protocolo y cuyos detalles no figuran en el mismo.

### 2.4.1 Aspectos financieros

Una de las principales reivindicaciones de los países en desarrollo durante el proceso de negociación internacional ha sido la obtención de recursos adicionales a los existentes para facilitar el cumplimiento de sus obligaciones establecidas en la Convención y financiar los programas nacionales de adaptación frente a los efectos adversos del cambio climático.

El Acuerdo de Bonn reconoce la necesidad de obtener fondos nuevos y adicionales para la aplicación de la Convención a favor de los países en desarrollo, si bien no se especifica la cuantía de los recursos. También establece el marco institucional a través del cual se deberán canalizar las ayudas a los países en desarrollo, mediante la creación de tres fondos: Fondo Especial de Cambio Climático, Fondo para Países Menos Desarrollados, y Fondo de Adaptación.

### 2.4.2 Mecanismos y principio de complementariedad

El Protocolo de Kioto contempla tres mecanismos o instrumentos: el comercio de emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio, y la Aplicación Conjunta (AC), con el doble objetivo de facilitar a los países desarrollados el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones, y promocionar la financiación de proyectos limpios en países en desarrollo o en transición hacia economías de mercado. No obstante, el propio Protocolo establece que la utilización de estos mecanismos será suplementaria a la adopción de medidas internas destinadas a la reducción de las emisiones.

El Acuerdo de Bonn desarrolla los principios y las líneas generales sobre como utilizar los mecanismos. Así, este Acuerdo:

- Recoge el principio de complementariedad al establecer que "la aplicación de mecanismos será suplementaria a las medidas nacionales", si bien no se menciona ninguna limitación cuantitati-

va al uso de estos mecanismos.

- Permite la inclusión de los proyectos de sumideros en el MDL, pero para evitar posibles riesgos ambientales se establece un límite del 1% de las emisiones del año base.
- Mantiene el principio de no uso de la energía nuclear en los mecanismos basados en proyectos, declarando que las Partes Anexo I se abstendrán de utilizar la energía nuclear.
- Introduce el principio de equidad, aunque suavizado, al establecer que las Partes Anexo I adoptarán políticas y medidas con el fin de reducir las desigualdades por habitante entre los países en desarrollo y desarrollados.

### 2.4.3 Sumideros

Uno de los aspectos más debatidos del Protocolo de Kioto es el tratamiento de las especies vegetales como captadores de CO<sub>2</sub>, es decir, el papel que corresponde jugar a los bosques como sumideros. Los bosques actúan como sumideros por su función vital principal, la fotosíntesis, proceso por el que los vegetales captan CO<sub>2</sub> de la atmósfera y con la ayuda de la luz solar lo utilizan en la elaboración de moléculas sencillas de azúcares.

El Acuerdo de Bonn recoge, en primer lugar, los principios sobre los que debe regirse las actividades de 'uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura' (LULUCF), así como las definiciones de bosque, forestación, reforestación y deforestación. En cuanto a los aspectos claves cabe subrayar:

- Se admiten las actividades adicionales durante el primer período de compromiso, si bien sólo se consideran elegibles la gestión de bosques, de tierras agrícolas, de pastizales, y el restablecimiento de la vegetación.
- Respecto a la gestión de bosques, la contabilización de tales actividades no puede superar los máximos que se establecen para cada país en un anexo<sup>6</sup>.
- En cuanto a la gestión de tierras agrícolas y de pastizales, y el restablecimiento de la vegetación, no hay un tope o límite, y se pueden incluir todas las actividades que se realicen en este campo. Sin embargo, la contabilización debe ser neto-neto, esto es, el cálculo debe hacerse substrayendo la cantidad de carbono secuestrada por este tipo de prácticas con anterioridad al año base.

### 2.4.4 Régimen de cumplimiento

El Protocolo de Kioto en su Artículo 18 deja abierto el régimen de cumplimiento al establecer que "la Conferencia de las Partes aprobará unos procedimientos y mecanismos apropiados y eficaces para determinar y abordar los casos de incumplimiento de las disposiciones", estableciendo que "todo procedimiento o mecanismo que se cree en virtud del presente Artículo y prevea consecuencias de carácter vinculante, será aprobado por medio de una enmienda al presente Protocolo". Dos son las cuestiones básicas, por un lado la forma jurídica del acuerdo sobre el régimen de cumplimiento, y de otro el contenido propiamente dicho del mismo.

Si se compara con otros Convenios internacionales, el régimen de cumplimiento del Protocolo de Kioto es realmente avanzado y novedoso. Además, fija la composición del Comité de Cumplimiento, que consta de dos ramas: la coercitiva y la facilitadora, y se establece un recurso de apelación ante la CdP para aquellos casos en que la Parte considere incumplido su derecho al proceso debido.

En relación a la forma jurídica del acuerdo sobre el régimen de cumplimiento, que determina el carácter vinculante o no de las obligaciones, el Acuerdo de Bonn recomienda a "la Conferencia de las Partes en su calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto" que, en su primer período de sesiones, apruebe los "procedimientos y mecanismos relativos al cumplimiento con arreglo a lo previsto en Artículo 18 del Protocolo". Por tanto, una vez que el Protocolo entre en vigor, la CdP decidirá sobre la forma que este acuerdo deba adoptar: enmienda al Protocolo en caso de que se pretenda unas consecuencias jurídicamente vinculantes, o Decisión de la CdP en caso de que se busque una mayor flexibilidad.

### 2.4.5 Metodologías: Artículos 5, 7 y 8

Las cuestiones relativas a metodologías, eminentemente técnicas, tienen gran trascendencia por cuanto son el elemento indispensable para aplicar los distintos conceptos enunciados en el Protocolo. Los Artículos 5, 7 y 8 contienen las disposiciones relativas a la elaboración de información que las Partes remitirán a la Secretaría de la Convención y a su revisión por equipos de expertos independientes. En definitiva, son los artículos que pretenden hacer posible el seguimiento del

<sup>6</sup> Apéndice al Anexo sobre 'Definiciones, modalidades, normas y directrices relativas a las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura previstas en el Protocolo de Kyoto', contenido en el Proyecto de Decisión -/CMP.1 sobre 'Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura' (documento FCCC/CP/2001/5/Add.2, página 14).

cumplimiento de las obligaciones recogidas en el Protocolo. Las reglas sobre metodologías tienen muchas conexiones con las correspondientes a otras Decisiones relativas a mecanismos, cumplimiento y sumideros. Dada esta conexión, el Acuerdo de Bonn no aborda estos aspectos. En Marrakech se adoptaron cinco Decisiones, que hacen referencia al sistema nacional de seguimiento de las emisiones (Artículo 5.1), procedimientos para aplicar ajustes a los inventarios (Artículo 5.2), obligaciones de información (Artículo 7), reglas de contabilidad de los créditos de emisión (Artículo 7.4), y el proceso de revisión de la información aportada por las Partes (Artículo 8).

## 2.5 OCTAVA CONFERENCIA DE LAS PARTES DE LA CONVENCION

Del 23 de octubre al 1 de noviembre de 2002 tuvo lugar, en Nueva Delhi, la 8ª CdP de la CMCC, que concluyó con la aprobación de la 'Declaración de Delhi sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible'. Esta Declaración subraya que el desarrollo y la erradicación de la pobreza son aspectos prioritarios para los países en desarrollo, junto con la aplicación de los compromisos recogidos en la Convención, teniendo en cuenta las responsabilidades comunes, a la vez que diferenciadas, de las Partes. Esta CdP se puede considerar de transición, a la espera de que se cumplan los requisitos necesarios para la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. No obstante, durante ella se produjeron avances en distintos aspectos técnicos y se lograron importantes acuerdos, entre los que cabe destacar:

- Aspectos financieros: en lo referente al examen del mecanismo financiero, la CdP invitó al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a intensificar los esfuerzos para promover la compatibilidad de las actividades del Fondo con las prioridades nacionales y a integrar dichas actividades en marcos nacionales de planificación, tales como las estrategias nacionales de desarrollo sostenible y las estrategias para la reducción de la pobreza.
- Mecanismos: se adoptaron las Reglas de Procedimiento de la Junta Ejecutiva como órgano rector del Mecanismo de Desarrollo Limpio y, para proyectos de pequeña escala, también se aprobó la elaboración de las modalidades y procedimientos simplificados. De igual forma se estableció el procedimiento de acreditación de las entidades operacionales.
- Sumideros: las negociaciones se centraron en el papel de los sumideros en el Mecanismo de Desarrollo Limpio, ámbito en el que se avanzó en el intercambio de ideas sobre las diferentes modalidades para incluir las actividades de proyectos de forestación y reforestación.
- Metodologías: se aprobó la Decisión sobre información y revisión de certificados de emisión y registros; se acordó un programa piloto de formación de expertos para el examen de la información a facilitar; y se estableció, para los países incluidos en el Anexo I, el 1 de enero de 2006 como fecha límite para la presentación de la Cuarta Comunicación Nacional.
- Ciencia: se recalcó la importancia de la función que cumple el IPCC en la realización de informes periódicos de evaluación sobre el cambio climático, destacándose la relevancia de la información contenida en su Tercer Informe de Evaluación, por lo que sus posibles repercusiones se seguirán analizando en el marco de los órganos de la Convención. Así mismo, se subrayó la necesidad de realizar un esfuerzo internacional integrado sobre la investigación y observación sistemática.
- Educación ambiental: por primera vez se aprobó un Programa de Trabajo sobre el Artículo 6 de la Convención para la realización de actividades de educación, formación y sensibilización pública. El área de educación ambiental ha recibido un gran impulso en Nueva Delhi.

## 2.6 NOVENA CONFERENCIA DE LAS PARTES DE LA CONVENCION

Del 1 al 12 de diciembre de 2003 tuvo lugar, en Milán, la 9ª CdP de la CMCC. Al igual que la anterior, esta Conferencia centró buena parte de sus sesiones en cuestiones relativas al Protocolo de Kioto, por lo que -con carácter general- ha sido una Cumbre integrada en el contexto de incertidumbre sobre la entrada en vigor, o no, del Protocolo de Kioto. Desde el punto de vista técnico se han logrado avances importantes con la adopción de Decisiones en aspectos tales como:

- Definiciones y modalidades para incluir las actividades de forestación y reforestación en el ámbito del Artículo 12 del Protocolo de Kioto, es decir, las reglas de utilización de los sumideros dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio, que permitirá el registro de este tipo de proyectos antes del 31 de diciembre 2005.
- Fondo Especial para el Cambio Climático: se ha acordado priorizar determinadas actividades de adaptación y transferencia de tecnología, e iniciar un proceso de consultas para determinar, de cara al futuro, cuáles podrían ser las actividades ligadas a las otras dos áreas susceptibles de ser financiadas con cargo al Fondo.
- Fondo para los países menos desarrollados: dado que el Fondo ya estaba operativo y financiaba la elaboración de Programas Nacionales de Adaptación en los países menos desarrollados, se trataba de dar instrucciones adicionales que permitieran la financiación de actividades de adaptación incluidas en dichos Programas Nacionales. España ha contribuido a este Fondo en los años 2002 y 2003, y tiene prevista una contribución adicional de 90.000 € para el 2004.

- Adopción del presupuesto de la Convención para el bienio 2004-05: uno de los temas más complejos dado el incremento en juego y la negativa de algún país a financiar actividades ligadas al Protocolo de Kioto; aunque finalmente se llegó al siguiente acuerdo: incremento del 6% nominal (7% de reducción en términos reales) en el presupuesto central de la Convención, más un incremento del 19% para el presupuesto interino -ligado a la eventual entrada en vigor del Protocolo durante el año 2005- y solamente operativo hasta tanto la Reunión de las Partes del Protocolo apruebe el presupuesto definitivo. En caso de que el Protocolo no entrara en vigor en dicha fecha, la cuestión se replantearía -evidentemente con otro escenario político- para el bienio 2006-07.

### **3 ORGANISMOS, PLANES Y PROGRAMAS CIENTÍFICOS**

En el ámbito mundial, las actuaciones relacionadas con el clima y el cambio climático se vienen desarrollando a través de una serie de Programas y actividades de carácter pluridisciplinar, que reúnen y coordinan numerosos recursos de investigación dedicados al estudio de los temas climáticos más importantes y urgentes. Estos Programas tratan de dar respuesta a los desafíos de la Agenda 21 y a la CMCC, y se rigen por las directrices del Programa Mundial sobre el Clima (PMC). Todos estos Programas están copatrocinados y bajo la coordinación de varias Organizaciones de Naciones Unidas y del CIC.

En el marco de los principales Programas se encuadran, a su vez, numerosos subprogramas, sistemas, experimentos y proyectos con objetivos más específicos referidos a los diferentes componentes del sistema climático y a sus múltiples y complejas interacciones. La coordinación de este entramado de Programas se realiza a través de numerosos Comités y Grupos de expertos.

En este apartado se presenta un breve resumen sobre los objetivos de los principales Programas de ámbito mundial y de sus componentes más importantes. Finalmente citar que, aunque el IPCC no es un programa de investigación y no hace investigación, debido a la relevancia científica, mundialmente reconocida, que tiene en los temas sobre cambio climático, como organismo asesor de la Convención, parece oportuno hacer también una breve mención al mismo en este apartado de la Estrategia.

#### **3.1 GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO**

El IPCC es una Agencia especializada de Naciones Unidas, creada en 1988 por la OMM y el PNUMA, que tiene su sede en Ginebra. La creación del IPCC supuso el reconocimiento internacional de la importancia del problema del cambio climático y de la necesidad de disponer de un conocimiento profundo que permitiese diseñar respuestas adecuadas.

El objetivo principal del IPCC es evaluar periódicamente la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión de las causas y efectos del cambio climático, así como de las alternativas para la lucha frente a ellos; y apoyar, con un enfoque científico y técnico, a los Órganos de la Convención. Además, ha desarrollado y actualiza permanentemente la metodología para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, en base a los requerimientos específicos de la Convención. El IPCC consta de tres Grupos de Trabajo dedicados a aspectos diferentes del cambio climático, de modo que entre todos cubren las áreas consideradas de interés por los Gobiernos:

- Grupo de Trabajo I: se encarga de valorar los aspectos científicos del sistema climático y sus procesos, del cambio climático natural y el inducido por la actividad humana.
- Grupo de Trabajo II: orienta su actividad hacia el análisis de la vulnerabilidad de los sistemas naturales y socioeconómicos ante el cambio climático, de sus consecuencias positivas o negativas, y de las posibles estrategias para adaptarse a los cambios previstos.
- Grupo de Trabajo III: es el responsable de evaluar los aspectos científicos, tecnológicos, ambientales, económicos y sociales de la mitigación del cambio climático, incluyendo opciones de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de sus efectos sobre la economía.

Además también cuenta con el Grupo Especial para el Programa sobre los Inventarios Nacionales de los Gases de Efecto Invernadero, encargado del desarrollo y actualización de la metodología para elaborar los inventarios.

#### **3.2 PROGRAMA MUNDIAL DEL CLIMA**

El PMC es un programa internacional de gran relevancia científica cuyo objetivo es la mejora del conocimiento del sistema climático a fin de fomentar la aplicación de éste en beneficio de la sociedad ante los cambios del clima. El PMC fue establecido como consecuencia de la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, celebrada en Ginebra en 1979. Los principales copatrocinadores son la OMM, el PNUMA, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el CIC.

Además, el PMC contribuye a dar respuesta a las prioridades de investigación identificadas por

el IPCC, así como a proveer las bases para responder a las necesidades planteadas por la CMCC. También patrocina y participa intensamente en las actividades de planificación del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC). Para cumplir sus objetivos el PMC está compuesto de cuatro Programas.

### 3.2.1 Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima

El principal objetivo del Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima (PMDVC) es facilitar la concentración y gestión de los datos sobre clima y la vigilancia del sistema climático, incluida la detección y evaluación de la variabilidad y los cambios climáticos. Sus componentes básicos son:

- Aplicaciones informáticas en Climatología (CLICOM): cuya finalidad es la aplicación de los sistemas informáticos para la concentración, control de calidad y almacenamiento de datos, así como para la elaboración de productos destinados a las aplicaciones climatológicas.
- Servicio Mundial de Referencias e Información sobre Datos Climáticos (INFOCLIMA): que proporciona información detallada sobre las redes de observación y series de datos climáticos disponibles.
- Proyecto de Recuperación de Datos (DARE): destinado a prestar asistencia a los países que lo soliciten en la gestión, preservación y utilización de los datos climáticos.
- Programa Mundial de Vigilancia del Sistema Climático (PMVSC): destinado a compilar y suministrar información sobre las fluctuaciones climáticas a gran escala, mediante la publicación de boletines mensuales y resúmenes bianuales con información sobre el estado del clima y sus anomalías a nivel mundial.
- Proyecto de Detección del Cambio Climático (PDCC): cuyo fin es recopilar datos climáticos y procesarlos mediante procedimientos uniformes para que puedan hacerse análisis fiables de la variabilidad y las tendencias climáticas a escala global.

### 3.2.2 Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climatológicos

El objetivo del Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climatológicos (PMASC) es promover y asegurar la aplicación eficaz del conocimiento e información sobre el clima en beneficio de la sociedad y para el suministro de los servicios climatológicos, incluyendo la predicción de las variaciones significativas del clima, tanto de origen natural como originadas por la actividades humanas. Es esencialmente un programa interdisciplinar y sus tres líneas de actuación básica son:

- La elaboración de técnicas y servicios de aplicación para responder a las necesidades de los usuarios.
- La asistencia para desarrollar servicios de aplicaciones climatológicas, mediante la difusión de métodos y técnicas aplicables a los diferentes sectores.
- La elaboración de métodos para la evaluación de los efectos del cambio climático sobre las actividades sociales y económicas.

### 3.2.3 Programa Mundial de Evaluación del Impacto del Clima y de las Estrategias de Respuesta

El objetivo del Programa Mundial de Evaluación del Impacto del clima y de las Estrategias de Respuesta (PMEICER) es evaluar y asesorar a los gobiernos de los impactos de la variabilidad del clima y sus cambios que pueden afectar de forma importante a las actividades sociales y económicas; y contribuir al desarrollo de una gama de estrategias socioeconómicas de respuesta que podrían ser aplicadas por los gobiernos y la sociedad. Las actividades de este Programa son, por orden de prioridad: los gases de efecto invernadero y su influencia en el cambio climático, los métodos para la evaluación de la influencia del clima, la coordinación de las actividades relacionadas con el estudio de los impactos del cambio climático, y la vigilancia del cambio climático y sus repercusiones sociales y económicas.

### 3.2.4 Programa Mundial de Investigación sobre el Clima

El Programa Mundial de Investigación sobre el Clima (PMIC) fue establecido en 1980 con el patrocinio conjunto del CIC y la OMM, estando financiado también desde 1993 por la COI. Los objetivos del programa son desarrollar el conocimiento científico del sistema físico climático y de los procesos climáticos necesarios para determinar en qué medida se puede predecir el clima y en qué medida la actividad humana está influyendo sobre él. Los estudios de este Programa están dirigidos específicamente a proporcionar respuestas, cuantitativamente fundadas en la ciencia, a preguntas que se plantean sobre el clima y el rango de variabilidad natural, así como a establecer las bases de predicción de variaciones del clima global y regional, y de los cambios en la frecuencia y severidad de los eventos extremos. Este Programa, junto con el Programa Internacional Geosfera-Biosfera (PIGB), proporciona la estrategia científica general para el estudio del cambio ambiental global.

Las actividades del PMIC están estructuradas en proyectos que abordan aquellos temas sobre los que existen incertidumbres para la comprensión del sistema climático, tales como el transporte

y almacenamiento de calor por el océano, el ciclo global hidrológico y energético, la formación de las nubes y su efecto sobre la transferencia radiativa, el papel de la criosfera, y los aspectos de la variabilidad climática. Los proyectos que actualmente constituyen el núcleo del PMIC son:

- Estudio del Sistema Climático del Ártico (ACSYS).
- Variabilidad y predecibilidad del Clima (CLIVAR).
- Experimento Mundial sobre la Energía y el ciclo Hídrico (GEWEX).
- Procesos Estratosféricos y su Función en el Clima (SPARC).
- Experimento Mundial sobre la Circulación Oceánica (WOCE).

### 3.3 SISTEMA MUNDIAL DE OBSERVACIÓN DEL CLIMA

El SMOC se estableció en 1992 con el fin de asegurar la obtención y distribución a los potenciales usuarios de las observaciones y la información necesarias en el estudio del clima. El SMOC está copatrocinado por la OMM, COI, PNUMA y CIC. El SMOC fue establecido para atender las siguientes necesidades:

- La vigilancia del sistema climático, la detección de los cambios climáticos, tanto naturales como antropogénicos, y la vigilancia de los impactos del cambio climático y la respuesta a éstos, especialmente en los ecosistemas terrestres.
- El suministro de datos climáticos para su aplicación al desarrollo de los países.
- La investigación para mejorar la comprensión, modelización y predicción del sistema climático.

El SMOC se está construyendo en base a las redes de sistemas de observación operativas y de investigación, los sistemas de gestión de datos y de distribución de la información, existentes y las futuras mejoras de dichas redes y sistemas. Entre otros componentes, se basa en:

- El Sistema de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM.
- El Programa de la Vigilancia de la Atmósfera Global .
- El Sistema Mundial de Observación de los Océanos.
- El Sistema Mundial de Observación Terrestre sobre medidas relativas a los ecosistemas terrestres, la hidrosfera y la criosfera.
- El mantenimiento y mejora de los programas de vigilancia de otros componentes del sistema climático, tales como los ecosistemas terrestres, así como las nubes y el ciclo hidrológico, el balance radiativo terrestre, la cobertura nivosa y la precipitación sobre los océanos.
- Los programas para el seguimiento de aspectos físicos, químicos y biológicos de los impactos del cambio climático.
- Los sistemas de comunicación de datos y otras infraestructuras necesarias para dar apoyo a la predicción operativa del clima.

### 3.4 PROGRAMA INTERNACIONAL GEOSFERA-BIOSFERA

El PIGB fue fundado en 1986 por el CIC con el objetivo de proporcionar el conocimiento científico para ayudar a la sociedad humana a desarrollarse en armonía con el ambiente del planeta. En concreto, pretende describir y comprender los procesos interactivos físicos, químicos y biológicos que regulan el sistema terrestre y el medio ambiente único que suministran sustento para la vida, los cambios que están ocurriendo en este sistema y la manera en que son afectados por las acciones humanas. El PIGB es un programa cimentado sobre la interdisciplinariedad, el trabajo en red, y la integración. Las cuestiones que se plantea sólo pueden tratarse desde una aproximación mundial para suministrar una respuesta adecuada. El PIGB añade valor a un gran número de proyectos individuales, nacionales y regionales a través de actividades integradas para alcanzar un incremento en el conocimiento científico.

- Los proyectos núcleo actuales son:
  - ✧ Climas Globales del Pasado (PAGES).
  - ✧ Proyecto Internacional de la Química de la Atmósfera Global (IGAC).
  - ✧ Cambio Global y Ecosistemas Terrestres (GCTE).
  - ✧ Uso de las Tierras y Cambios en la Corteza terrestre (LUCC).
  - ✧ Interacciones Tierra-Océano en las Zonas Costeras (LOICZ).
  - ✧ Aspectos Biosféricos del Ciclo Hídrico (BAHC).
  - ✧ Estudio Conjunto de los Flujos Oceánicos Mundiales (JGOFS).
  - ✧ Dinámica de los Ecosistemas Oceánicos Mundiales (GLOBEC).
- Las actividades integradoras son:
  - ✧ Análisis, Interpretación y Modelización Mundiales (GAIM).
  - ✧ Servicios de Datos e Información (DIS).
  - ✧ Sistema para el Análisis, la Investigación y la Formación (START).

### 3.5 PROGRAMA INTERNACIONAL DE LAS DIMENSIONES HUMANAS

El Programa Internacional de las Dimensiones Humanas del cambio global en el medio ambiente (PIDH) fue lanzado inicialmente por el Consejo Internacional de Ciencias Sociales (CICS) en 1990, iniciativa a la que se sumó en 1996 el CIC. El PIDH es un programa internacional, no gubernamental, dedicado a promover y coordinar la investigación dirigida a describir, analizar y comprender las dimensiones humanas del cambio ambiental global. Por dimensiones humanas del cambio global se entiende las causas y consecuencias de las acciones individuales y colectivas, incluidos aquellos cambios que llevan a la modificación de los sistemas físicos y biológicos y que afectan a la calidad de vida, y al desarrollo sostenible en las diferentes partes del mundo.

Las preguntas principales a abordar en el PIDH son: ¿cómo contribuyen las acciones humanas al cambio global?, ¿por qué se realizan estas acciones?, ¿cómo interactúa el cambio global con la vida de las personas?, ¿qué acciones se pueden tomar, y a quién le corresponde hacerlo, para reducir y mitigar los efectos del cambio global ambiental?. En base a ello, el PIDH está organizado en torno a cuatro proyectos:

- Cambios de usos del suelo y de la cubierta, realizado conjuntamente con el PIGB.
- Cambio ambiental global y seguridad humana.
- La dimensión institucional del cambio ambiental global.
- Transformación Industrial.

## 4 ACTIVIDADES EN LA UNIÓN EUROPEA

La protección del medio ambiente, en general, y la lucha frente al cambio climático, en particular, es uno de los retos principales a que se enfrenta la UE. En la actualidad, se reconoce plenamente que el modelo europeo de desarrollo no puede basarse en el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente; pero esta afirmación, hoy evidente, ha sido el fruto de un largo proceso.

Las primeras acciones comunitarias comenzaron en 1972 -en el marco del 4º Programa de Acción- y se basaban en un enfoque vertical y sectorial de los problemas ecológicos. Durante este período, la UE adoptó cerca de 200 actos legislativos, consistentes fundamentalmente en limitar la contaminación mediante la introducción de normas mínimas, en particular en materia de gestión de los residuos, y contaminación del agua y del aire.

La introducción de este marco reglamentario, si bien tuvo efectos positivos, no ha logrado frenar en la medida deseada el deterioro del medio ambiente. Gracias a la toma de conciencia de la opinión pública acerca de los riesgos vinculados a los problemas globales del medio ambiente, la necesidad de adoptar un enfoque concertado a la escala europea e internacional es ahora indiscutible. La acción comunitaria se ha ido desarrollando con el paso de los años, hasta que el Tratado de la Unión Europea le confirió el carácter de política. El Tratado de Ámsterdam prosiguió esta evolución, mediante la integración del principio de desarrollo sostenible entre los objetivos de la Comunidad Europea y haciendo de la obtención de un elevado nivel de protección del medio ambiente una de sus prioridades absolutas.

En aras de la eficacia, el 5º Programa de Acción para el Medio Ambiente, titulado 'Hacia un desarrollo sostenible', sentó los principios de una estrategia europea voluntarista para el período 1992-2000 y marcó el principio de una acción comunitaria horizontal, teniendo en cuenta todos los factores de contaminación (industria, energía, turismo, transportes, agricultura, etc.).

La Comisión confirmó este enfoque transversal de la política de medio ambiente tras la Comunicación de 1998 relativa a la integración del medio ambiente en las políticas de la Unión, así como por el Consejo Europeo de Viena de diciembre de 1998. La integración de la problemática ambiental en las demás políticas se ha convertido en una obligación para las instituciones comunitarias. Desde entonces, esa integración ha sido objeto de varios actos comunitarios, especialmente en los sectores del empleo, la energía, la agricultura, la cooperación para el desarrollo, el mercado único, la industria, la pesca, la política económica y los transportes.

En mayo de 2001 se aprobó una Comunicación sobre la estrategia europea en favor del desarrollo sostenible. Dicha comunicación establece objetivos de desarrollo sostenible a largo plazo y se centra en el cambio climático, los transportes, la salud y los recursos naturales. Además, la necesidad de una intervención comunitaria en materia de responsabilidad por los daños ocasionados al medio ambiente, así como en materia de reparación, queda reconocida con la adopción del Libro Blanco sobre responsabilidad ambiental en febrero de 2000.

### 4.1 SEXTO PROGRAMA DE ACCIÓN AMBIENTAL

El Sexto Programa de Acción Ambiental -'Medio Ambiente 2010: nuestro futuro, nuestra elección'- se basa en consultas realizadas por la Comisión en noviembre de 1999 con motivo de su Evaluación global del programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente

y desarrollo sostenible, a su vez basado en un importante informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente sobre el estado del medio ambiente. La evaluación global había pintado un cuadro ambiguo sobre la eficacia de la política ambiental de la UE, criticando la deficiente aplicación por parte de los Estados miembros de las Directivas comunitarias en materia de medio ambiente y la escasa identificación de las partes interesadas con los objetivos ambientales.

En este contexto, el nuevo programa subraya la necesidad de que los Estados miembros apliquen mejor la legislación ambiental existente, por lo que la Comisión anuncia que aumentará la presión sobre los Estados miembros, dando una mayor divulgación a los incumplimientos. Otro aspecto del nuevo programa es la colaboración con las empresas y los consumidores para lograr formas de producción y consumo más respetuosas con el entorno. Así, la Comisión recurrirá a una serie de nuevos instrumentos como una política integrada de productos, la exigencia de responsabilidades ambientales, medidas fiscales y una mejor información de los ciudadanos. También se resalta la necesidad de continuar integrando consideraciones ambientales en otras políticas como el transporte, la energía y la agricultura, y la importancia de la planificación territorial y la actuación a nivel local y regional para fomentar el desarrollo viable.

El programa explica los problemas, fija los objetivos y enumera las acciones prioritarias que deben emprenderse en cada una de las cuatro áreas prioritarias. Por lo que se refiere a varios problemas ambientales, se anuncian las denominadas estrategias temáticas, que combinarán diversas medidas para lograr objetivos ambientales de la forma más rentable. El Programa cuenta con cuatro áreas prioritarias.

#### **4.1.1 Cambio climático**

El objetivo de una reducción del 8% de las emisiones de la Comunidad para 2008-12 adquirido en el Protocolo de Kioto es el núcleo del nuevo programa propuesto. No obstante, la Comisión pide recortes más exigentes de las emisiones globales, que llegan al 20-40% para 2020, y cita el cálculo científico de que se necesitará a más largo plazo una reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero del 70% respecto a 1990.

El programa señala la necesidad de que se produzcan cambios estructurales, especialmente en los sectores del transporte y la energía, y reclama mayores esfuerzos en materia de eficiencia y ahorro energéticos, el establecimiento de un programa comunitario de intercambio de derechos de emisión, más investigación y desarrollo tecnológico y la sensibilización de los ciudadanos, de modo que también puedan contribuir a reducir las emisiones. Al mismo tiempo, se espera que suceda cierto grado de cambio climático y la UE necesita establecer medidas para adaptarse.

#### **4.1.2 Naturaleza y biodiversidad**

El programa contempla la finalización de la red Natura 2000 y una serie de planes de acción por sectores en materia de biodiversidad como las piedras angulares del planteamiento para superar las amenazas a la naturaleza y su biodiversidad. Además, debe prestarse más atención a la protección del paisaje de forma más general mediante políticas agrícolas y regionales. El programa también anuncia iniciativas para proteger el entorno marino y propuestas para prevenir los accidentes en los sectores industrial y minero. Una estrategia específica de protección del suelo abrirá un nuevo campo de la política ambiental comunitaria.

#### **4.1.3 El medio ambiente y la salud**

Cada vez se reconocen más los efectos de la contaminación ambiental sobre la salud humana, razón por la que el Derecho comunitario ha abordado muchos de estos problemas. Es necesario adoptar un planteamiento político más holístico para abordar las interdependencias entre diversos riesgos sanitarios ambientales. Debería prestarse más atención a los grupos especialmente vulnerables como, por ejemplo, los niños.

Un punto importante de la agenda ambiente y sanidad de los próximos años será una revisión a fondo del sistema comunitario de gestión de los riesgos de las sustancias químicas. De igual modo, se dedicará especial atención a una estrategia específica para reducir los riesgos de los pesticidas. La aplicación de la Directiva Marco sobre el Agua de 2000 y otra legislación vigente concentrará los esfuerzos por proteger la calidad del agua en la UE, y similar énfasis en la aplicación se hará en cuanto al problema del ruido cuando el Consejo y el Parlamento Europeo adopten la Directiva Marco sobre el Ruido. Una estrategia específica sobre la calidad del aire revisará la eficacia de las normas existentes y determinará las lagunas y las prioridades de las nuevas medidas.

#### **4.1.4 Uso sostenible de recursos naturales y residuos**

El programa reclama la disociación de la generación de residuos del crecimiento económico. Se dedicarán esfuerzos especiales al aumento del reciclaje y deberán alcanzarse objetivos de prevención de creación de residuos mediante, entre otras cosas, una política integrada de productos. Otras propuestas se centran en fuentes de residuos como los fangos y los residuos biodegradables. La mejora de la eficiencia de los recursos será el leitmotiv de una estrategia específica sobre el uso

sostenible de estos últimos, otro campo en el que el 6º Programa de Acción Ambiental abrirá nuevas vías. Como en otras áreas, la Comisión cree que unos objetivos ambientales ambiciosos a este respecto promoverán especialmente la competitividad de la industria europea.

## 4.2 PROGRAMA EUROPEO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

En el Consejo Europeo de Gotemburgo de junio de 2001, los Jefes de Estado y Gobierno indicaron que en la lucha contra el cambio climático es una prioridad fundamental la estrategia de desarrollo sostenible de la UE y confirmaron la determinación para cumplir los compromisos del Protocolo de Kioto y ratificarlo de manera que entre en vigor para el 2002. El liderazgo de la UE en la CMCC ha sido un factor determinante en la negociación y también en el firme apoyo al planteamiento multilateral por el que se ha optado como la mejor manera de hacer frente a las amenazas ambientales mundiales.

Se han hecho varios análisis económicos del Protocolo de Kioto y sus implicaciones para la UE. Los costes totales del cumplimiento del Protocolo de Kioto son inciertos en buena medida y, según las previsiones, podrían situarse entre el 0,06% del producto interior bruto (PIB) para el 2010, siempre que se dé prioridad absoluta a políticas con una buena relación coste eficacia, y el 0,3%. Aunque, hasta la fecha, no se ha hecho una evaluación económica global de las consecuencias de los Acuerdos de Bonn y Marrakech, todo indica que los costes del cumplimiento del Protocolo podrían ser inferiores a los señalados.

La explicación es que la mayor aceptación de distintas categorías de sumideros y la supresión de disposiciones cuantitativas sobre complementariedad han aportado más flexibilidad y, por ello, ha propiciado una multitud de opciones políticas de bajo coste. Por otra parte, podría haber otros costes debido a medidas que estén justificadas por razones distintas de la reducción de emisiones de gases invernadero. Muy probablemente estas medidas estarían relacionadas con la seguridad del abastecimiento de energía. No obstante subsisten y subsistirán muchas incertidumbres dado que es difícil prever a diez años vista la evolución política y económica.

### 4.2.1 Políticas y medidas propuestas

Según el segundo informe de situación 2001, las emisiones de gases de invernadero en la UE han disminuido en un 4% desde 1990. Esta situación indica que la UE en su conjunto se ajustaba a los objetivos tanto para el 2000 como para el período 2008-2012. Sin embargo, las proyecciones efectuadas por los Estados miembros y la Comisión indican que, sin aplicar otras políticas además de las ya aplicadas o en perspectiva, se prevé que las emisiones de gases de invernadero sólo se estabilicen en el nivel de 1990. De este modo la UE se encuentra con una diferencia del 8% (340 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente).

Para impedir que se dé esta diferencia, los Estados miembros y la UE deberían llevar a cabo nuevas actuaciones. Como hay todavía mucha incertidumbre, tanto sobre el ritmo de crecimiento económico como sobre en qué grado se manifestarán los efectos de las medidas previstas, es de esperar que el objetivo del -8% represente un mínimo más que un máximo de lo que se necesita.

En vista de estas incertidumbres y de las dificultades que experimentan la mayoría de los Estados miembros para cumplir los compromisos derivados del acuerdo sobre reparto de la carga, la aplicación de medidas decididas y oportunas a escala comunitaria será un aspecto importante de una estrategia comunitaria amplia sobre el cambio climático.

En junio 2001 se publicó un informe final en el que se presentaban los resultados de dos planteamientos diferentes: un estudio transectorial sobre una evaluación de los objetivos comunitarios de reducción de emisiones atendiendo a la relación coste-eficacia (coste marginal inferior a 20 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente) y una evaluación de políticas y medidas mediante grupos de trabajo de expertos de los diferentes sectores. Basándose en los criterios de coste-eficacia, potencial de reducción de emisiones, calendario y aceptación política, los grupos de expertos especificaron 40 posibles medidas con un potencial combinado de reducción de emisiones de unas 664-765 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente. Las 40 medidas analizadas se agruparon en tres categorías: en fase avanzada de preparación; en fase de desarrollo y análisis; y las que necesitan una mayor dedicación de recursos para completar su análisis.

#### 4.2.1.1 Primera fase del Programa

En su Comunicación de 29 de octubre de 2001, relativa a la primera fase de implementación del Programa Europeo sobre Cambio Climático (PECC), la Comisión contempla una selección de 12 de las 40 políticas y medidas inicialmente evaluadas. Esta selección se agrupa en cuatro categorías:

- Cuestiones transversales: promoción de la implementación de la Directiva de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPPC); propuesta de Directiva para enlazar los proyectos bajo AC y MDL con el comercio de emisiones comunitario; y propuesta de revisión de la Decisión 1999/296/CE sobre el Mecanismo de Seguimiento de las emisiones.

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

La Comisión pretende desarrollar estas propuestas durante el presente bienio y estima que tienen una capacidad de reducción de emisiones entre 122 y 178 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente, a las que podrían añadirse 100 Mt de CO<sub>2</sub> equivalente si la promoción de biocombustibles y de la generación combinada de calor y electricidad es eficaz. En cualquier caso, y dada la condición de contorno fijada para el coste marginal, el potencial de reducción deberá ser revisado con detalle a la hora de abordar cada medida, sobre todo las relacionadas con el sector del transporte. Como las cifras de reducción manejadas con este conjunto de medidas no permiten el logro del 8%, también se profundizará en el estudio y posible aplicación de otras medidas incluidas en el PECC.

En la citada Comunicación también se aborda la necesidad de proseguir e intensificar los esfuerzos en investigación climática en particular los impactos climáticos negativos sobre Europa, y el desarrollo y la innovación tecnológica. Estas iniciativas se plasman en la propuesta de creación de un Espacio Europeo para la Investigación, el nuevo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico y la implementación de la Vigilancia Global para el Medio Ambiente y la Seguridad (GMES).

#### **4.2.1.2 Segunda fase del Programa**

La segunda fase del Programa (2002-03) tiene como objetivo facilitar la implantación de las medidas identificadas en la primera fase, así como investigar la viabilidad de medidas adicionales.

- Medidas ya abordadas y completadas por la Comisión Europea:
  - ✧ propuesta de una Directiva sobre Comercio de Emisiones;
  - ✧ Comunicación y propuesta de Directiva para la promoción de los biocombustibles;
  - ✧ propuesta de Directiva para la promoción de la generación combinada de calor y electricidad (cogeneración);
  - ✧ Comunicación sobre la imposición a los vehículos.
- Medidas adicionales que se están analizando:
  - ✧ mecanismos flexibles: la incorporación del Mecanismo de Desarrollo Limpio y la Aplicación Conjunta al ámbito comunitario;
  - ✧ suelos agrícolas: mejora de la gestión agrícola para la reducción de emisiones;
  - ✧ sumideros: análisis del potencial de captación de carbono de los bosques europeos.

También se está evaluando el potencial de reducción de emisiones y la relación coste-beneficio de otras medidas ya identificadas en la primera fase del Programa, como los Esquemas de Gestión y Auditoría Energética, y la promoción de las energías renovables para la calefacción en edificios.

#### **4.2.2 Directiva sobre comercio de emisiones**

Uno de los pilares de la estrategia comunitaria sobre el cambio climático es el plan de intercambio interno de emisiones de gases de efecto invernadero dentro de la UE. Para alcanzar este objetivo la Comisión aprobó en marzo de 2000 un Libro Verde -COM (2000) 087, de 8 de marzo- para mejorar la comprensión del intercambio de emisiones como posible instrumento de la política sobre cambio climático, en el que se destaca la dimensión comunitaria de la compraventa de derechos de emisión entre empresas. Las características generales del Libro Verde eran:

- Como objetivo primordial, adquirir experiencia sobre este tipo de mecanismos y el establecimiento progresivo de un sistema de comercio.
- Para ello se empezaría el sistema incluyendo solamente las grandes fuentes puntuales fijas de CO<sub>2</sub> (grandes instalaciones de combustión y otras industrias intensivas en energía como metalurgia, química, papel, etc.), donde el seguimiento de las emisiones sería más factible.
- El sistema empezaría en el año 2005, y a partir del año 2008, año en que entrará en funcionamiento el comercio internacional de emisiones del Protocolo de Kioto, los dos sistemas deberían ser compatibles.

En todo caso, como corresponde a un Libro Verde, establecía opciones abiertas, en forma de preguntas, sobre la puesta en marcha de un posible sistema de comercio de emisiones comunitario. Las opciones que se consideraban eran:

- Reparto de responsabilidades entre la Comunidad y los Estados: cabe un abanico de opciones, desde un sistema armonizado a escala comunitaria, a otro en que sean los Estados miembros quienes regulen todos los elementos y la Comunidad se limite a velar por la conformidad con la normativa comunitaria, y demás situaciones intermedias.
- Sectores incluidos: la Comisión proponía incluir a sectores definidos por las Directivas de Grandes Instalaciones de Combustión, y de Prevención y Control Integrado de la Contaminación, y en particular los de generación de electricidad y calor, e industrias del hierro y acero, refinerías, química, vidrio, cerámica, construcción, y pasta y papel.
- Asignación de derechos de emisión: éste es un elemento crucial del sistema. La asignación inicial de derechos se puede separar en tres fases: primero, reparto entre sectores que comercian y sectores que no comercian, a los que por tanto no es preciso asignar un derecho (en general, los pequeños focos múltiples en transporte o sector doméstico); segundo, dentro de los sectores que comercian, repartir entre cada sector industrial; y tercero, dentro de cada sector asignar derechos a cada instalación responsable de emisiones.

Sobre la base de los trabajos del Libro Verde, la Comisión presentó en el Consejo de Ministros de la UE de octubre de 2001 la propuesta de Directiva, y tras dos años de negociaciones, en el Consejo de 22 de Julio de 2003, se adopta la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE. La Directiva es un instrumento de política ambiental que persigue los siguientes objetivos:

- Ayudar a cumplir con las obligaciones derivadas de la Convención y el Protocolo de Kioto.
- Servir como mecanismo complementario del esfuerzo de reducción que debe realizarse mediante medidas y políticas internas.
- Disminuir los costes de reducción de emisiones, pues el comercio permitirá que, en la UE, las emisiones se reduzcan allí donde menor coste económico conlleve dicha reducción.
- Garantizar el buen funcionamiento del mercado interior y la prevención de la distorsión de la competencia que podría derivarse del establecimiento de regímenes nacionales separados.
- Adquirir experiencia del funcionamiento del comercio de emisiones antes del año 2008, año en que entrará en funcionamiento el mecanismo del comercio de emisiones internacional previsto en el artículo 17 de Protocolo de Kioto.

En los 33 Artículos y 5 Anexos que contiene la Directiva se estructura el intercambio de emisiones. El comercio empezará a funcionar el 1 de enero de 2005 y, en un primer momento, cubre únicamente las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de grandes instalaciones industriales y de producción de energía. La Directiva contempla la posibilidad de ampliar el régimen a otros sectores y gases de efecto invernadero a finales del año 2004 y a mediados del año 2006, bajo el procedimiento de revisión establecido.

Las instalaciones contempladas presentarán ante la autoridad competente del Estado Miembro una solicitud de permiso de emisión de gases de efecto invernadero. Los permisos no son transferibles y son privativos de cada instalación, y en ellos se fijan los requisitos de seguimiento y notificación de las emisiones y la obligación de presentar anualmente derechos de emisión equivalentes a las emisiones totales de la instalación en dicho año. El derecho de emisión es transferible y se define en la Directiva como el derecho a emitir una tonelada equivalente de dióxido de carbono.

Los Estados Miembros son los responsables de elaborar el Plan Nacional de Asignación, en el que se determinará la cantidad total de derechos de emisión que se prevé asignar para cada uno de los periodos de la Directiva y su procedimiento de asignación. Sobre la base de este Plan el Estado Miembro decide la cantidad total de derechos que asignará para cada periodo y su asignación al titular de cada instalación. En un paso posterior dentro del funcionamiento del régimen establecido por la Directiva, la autoridad competente expedirá una parte del total de derechos de emisión cada año del periodo.

Anualmente los titulares de las instalaciones deberán presentar a la autoridad nacional un número de derechos equivalente a las emisiones de sus instalaciones en el año anterior. Si el titular de una instalación puede reducir sus emisiones, el exceso de derechos de emisión podrá ser objeto de compraventa en el mercado comunitario. Las transferencias de derechos se podrán realizar entre personas, tanto físicas como jurídicas, dentro de la UE, y entre personas de la Comunidad y de terceros países con los que se hayan firmado acuerdos de reconocimiento mutuo de derechos, de conformidad con el procedimiento establecido para la celebración de dichos acuerdos.

Los derechos de emisión son válidos durante el periodo para el que han sido expedidos y se pueden cancelar a petición de su titular en cualquier momento. Los Estados Miembros asignarán gratuitamente al menos el 95% de los derechos de emisión en el periodo inicial 2005-07, y al menos el 90% en el segundo período 2008-12. Para los casos de incumplimiento por no presentar anualmente derechos de emisión suficientes se fija una multa de 40 € por tonelada excedida, para

el primer periodo, y de 100 € por tonelada, para el segundo periodo. El pago de la multa no exime al titular de la instalación de la obligación de presentar un número de derechos equivalente a las emisiones en exceso.

Para llevar la cuenta exacta de la expedición, titularidad, transferencia y cancelación de derechos, cada Estado Miembro establecerá un Registro Nacional. También la Comunidad creará un Registro independiente para controlar las transacciones y evitar irregularidades.

Son varios los elementos de flexibilidad contemplados en la Directiva, entre ellos, destacan los siguientes:

- La posibilidad de excluir de manera temporal instalaciones durante el primer periodo, siempre que las instalaciones excluidas cumplan determinadas condiciones:
  - ✧ que limiten sus emisiones de la misma manera que lo harían bajo el ámbito de la Directiva;
  - ✧ que cumplan con requisitos similares de seguimiento, notificación y verificación de sus emisiones;
  - ✧ que estén sujetas a sanciones equivalentes a las contempladas en la Directiva.
- El establecimiento de procedimientos de inclusión unilateral de actividades y gases adicionales por parte de los Estados Miembros a partir del 2008, para el segundo periodo. También para el primero periodo, a partir del 2005, se podrán incluir bajo el régimen comunitario aquellas instalaciones que lleven a cabo una de las actividades objeto de la Directiva y que estén por debajo del umbral establecido para dicha actividad.
- La Directiva permite que las instalaciones de una misma actividad se agrupen para cumplir con sus obligaciones. Los titulares de las instalaciones que deseen formar una agrupación nombrarán a un administrador fiduciario sobre el que recaerán todas las obligaciones de la Directiva, excepto las relativas al seguimiento y notificación de las emisiones de cada instalación.
- Para el primer periodo los Estados Miembros podrán solicitar a la Comisión que se asignen derechos de emisión adicionales a determinadas instalaciones en caso de fuerza mayor.
- Por último, la Directiva reconoce la utilización en el comercio comunitario de los créditos procedentes de los mecanismos basados en proyectos del Protocolo de Kioto.

### 4.3 PROGRAMAS MARCOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación sobre el clima, cambio climático y cambio global, en general, viene siendo objeto de atención de la Comisión Europea al menos en los últimos tres Programas Marco y está contemplado que continúe siendo objeto de atención preferente en el VI Programa Marco. Durante este tiempo, han ido cambiando las formas en las que se ha contemplado el apoyo a la investigación, bien como programa específico sobre el clima: Programa Europeo de Climatología y Desastres Naturales (EPOCH) del II Programa Marco, bien como acciones clave dentro de programas más generales, como ha sido el caso del último, y vigente, V Programa Marco.

#### 4.3.1 V Programa Marco

La investigación sobre clima y cambio climático se realiza, fundamentalmente, dentro de la Acción Clave sobre Cambio Global, Clima y Biodiversidad. Esta acción enfatiza los problemas ambientales globales y regionales que puedan tener un impacto significativo en Europa, tales como el cambio climático, la disminución de la capa de ozono, o de biodiversidad, hábitat y tierra fértil. Se da prioridad a los asuntos relacionados con los tratados internacionales o las convenciones de las que la Unión Europea o sus países miembros son signatarios.

Además, se dedican fondos para investigación genérica relacionada con los riesgos naturales, algunos de los cuales (inundaciones, corrimientos de tierras, incendios, etc.) están directa o indirectamente vinculados al cambio climático global. Además, se desarrolla la Red Europea para la Investigación sobre el Cambio global (ENRICH), como medida de acompañamiento a la acción clave de cambio global, clima y biodiversidad para ensanchar su ámbito de acción hasta un contexto internacional y global. Algunos de los temas prioritarios dentro de esta acción clave son:

- Entender, detectar, valorar y predecir los procesos del cambio global (atmosféricos, estratosféricos, cambio climático, variabilidad climática).
- Promover un mejor entendimiento de los ecosistemas (incluidos los acuáticos continentales) y sus interacciones (vulnerabilidad de los ecosistemas, interacción con el ciclo del carbono y del nitrógeno, valoración y conservación de la biodiversidad).
- Escenarios y estrategias para responder a los problemas globales (mitigación y adaptación al cambio global, reconciliación de la conservación de la biodiversidad y el desarrollo económico, lucha contra la degradación y desertificación del suelo, compatibilidad entre las políticas ambientales internacionales y de la UE y sus vínculos con el comercio).
- Componente europea del sistema de observación global (mejor explotación de los datos y sis-

temas de observación existentes, desarrollo de nuevos sistemas de observación a largo plazo).

#### 4.3.2 VI Programa Marco

El VI Programa Marco de Investigación está previsto que se desarrolle durante el período 2002-06. Este Programa contempla una cierta ruptura con Programas anteriores en el sentido de que supone un enfoque e instrumentos para la implementación más ambiciosos. El objetivo es lograr un mayor enfoque de las cuestiones más importantes a las que se enfrenta Europa y una mejor integración de los esfuerzos de investigación sobre la base de mejorar los consorcios entre los diferentes actores en el área de la investigación.

El VI Programa Marco contempla siete áreas temáticas, estando una de ellas dedicada al Desarrollo Sostenible, Cambio Global y Ecosistemas. La investigación en este área va orientada a dar respuesta a los compromisos del Protocolo de Kioto, las Convenciones sobre Biodiversidad y Desertificación, y también es acorde con lo contemplado en el 6º Programa de Acción Ambiental de la UE. Este área temática se basa en tres pilares:

- Sistemas de energías sostenibles.
- Transporte de superficie sostenible.
- Cambio Global y Ecosistemas, que contempla seis subáreas:
  - ✧ Impactos y mecanismos de las emisiones de los gases de efecto invernadero y de los contaminantes atmosféricos sobre el clima y la captación del carbono, por los océanos, los bosques y el suelo.
  - ✧ Recursos hídricos, ciclo hídrico, incluyendo los aspectos de suelo.
  - ✧ Comprensión de la biodiversidad marina y terrestre y de las funciones de los ecosistemas marinos.
  - ✧ Mecanismos de la desertificación y de los desastres naturales.
  - ✧ Estrategias para una gestión sostenida de las zonas terrestres, incluyendo la gestión integrada de costas, e incorporando conceptos integrados para una utilización multipropósito de los recursos agrícolas y forestales.
  - ✧ Predicción meteorológica y climática operativa y la modelización, incluyendo los sistemas de observación global del cambio climático.

#### 4.4 OTROS PROGRAMAS O INICIATIVAS

En Europa existen, además, numerosas iniciativas estratégicas y programas que se llevan a cabo tanto en el marco de la Comisión Europea como en otros Organismos intergubernamentales, a título de ejemplo, se pueden citar las siguientes.

- ENRICH: sus objetivos son promover la contribución paneuropea a los programas internacionales de investigación sobre cambio global, promover la colaboración y apoyo de la investigación del cambio global en Europa Occidental, Central y Oriental, los nuevos estados independientes, África y otros países en desarrollo, así como facilitar el acceso de la comunidad científica a los mecanismos de financiación de la UE para actividades relacionadas con cambio global.
- Estrategia Europea de Investigación Interdisciplinaria Atmosférica (AIRES): sus objetivos son evaluar el estado del conocimiento en estos campos para ayudar a definir las prioridades científicas de los programas marco de la UE.
- Iniciativa sobre el GMES: es una propuesta estratégica que gira en torno a tres objetivos: reforzar las bases de las actividades espaciales; potenciar el conocimiento científico para avanzar en la comprensión de nuestro planeta y de su atmósfera, del sistema solar y del universo; y cosechar los beneficios que puede aportar a los mercados y a la sociedad la explotación impulsada por la demanda de la capacidad técnica de la comunidad espacial.
- Iniciativa de la Red Europea para la modelización del Sistema Terrestre-Climático: para discutir posibles estrategias dirigidas a un sistema de supercomputación europea destinado a la investigación del clima y del sistema climático.
- Red Europea de Apoyo al Clima (ECSN): su objetivo estriba en la potenciación de la colaboración entre las unidades dedicadas a la climatología en los diversos Servicios Meteorológicos de los países que la integran y contempla la ejecución de varios proyectos.
- Los Programas de satélites de la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) y su red de Centros de Aplicaciones de los Satélites (SAF): estos programas son el Meteosat Segunda Generación -lanzado en agosto del 2002- (y el futuro Sistema Polar. La utilización intensa de los datos procedentes de estos satélites meteorológicos, así como de los productos de aplicaciones que de ellos pueden derivarse, va a ser sin duda en los próximos años uno de los principales elementos para lograr avances significativos en el conocimiento del clima y el cambio climático.

Por otra parte, dentro de las actividades de EUMETSAT, se ha establecido una red de siete SAF encargados del desarrollo de productos para aplicaciones específicas destinadas a dar respuesta a los temas de mayor relevancia meteorológica y climatológica. El interés y prestigio de los SAF está reconocido tanto a nivel europeo como mundial. Si bien todos desarrollan actividades relacionadas con el clima y el cambio climático, los más significativos en este campo son: el SAF de Clima, el SAF sobre Ozono, el SAF sobre Océanos y Hielos Marinos, el SAF para aplicaciones de productos de suelo, y el SAF para dar apoyo a la predicción inmediata y a muy corto plazo (*nowcasting*), del que España es el responsable frente a EUMETSAT.

## 5 RESPUESTA INSTITUCIONAL EN ESPAÑA

La Constitución Española de 1978 introdujo la dimensión constitucional del medio ambiente al establecer, en su Artículo 45, que:

- "Art. 45.1.- Todos tienen derecho a disfrutar de un ambiente adecuado par el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.
- Art. 45.2.- Los poderes públicos velarán por la utilización racional de los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva".

Nuestra vigente Constitución rompe con los esquemas del Estado centralizado al establecer un sistema escalonado de entes territoriales dotados de autonomía y estructurados sobre el principio de democracia representativa<sup>7</sup>. En materia ambiental, el reparto competencial entre el Estado y las Comunidades Autónomas se establece en el Título VIII de la Constitución y es completado por los Estatutos de Autonomía<sup>8</sup>. Las competencias locales vienen determinadas por decisiones adoptadas por los poderes legislativos<sup>9</sup>.

Es evidente que no es objeto de esta Estrategia el profundizar sobre la distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas en materia ambiental. Sin embargo, es importante destacar que se trata de una materia que no se halla atribuida a ninguno de los tres niveles en exclusividad, por lo que el principio de reparto de competencias deberá ser contemplado en la elaboración y desarrollo de la presente Estrategia. Además, al tratarse una de competencia compartida, también el principio de colaboración institucional es esencial para garantizar el derecho constitucional a un medio ambiente adecuado.

La necesidad de promover la investigación sobre el cambio climático, el análisis de las implicaciones sociales y económicas de los mismos, y la creciente sensibilidad social ante este reto ambiental, fue el motivo de la creación, en 1992, de la Comisión Nacional del Clima, adscrita al Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. La Comisión fue creada mediante el Real Decreto 568/1992, siguiendo las recomendaciones de la Organización de Naciones Unidas, a través de la OMM y el PNUMA, y considerando los compromisos adoptados en el seno de la Comunidad Europea (ahora UE), a partir de 1990.

España firmó la CMCC en Río de Janeiro el 13 de junio de 1992, durante la celebración de la CNUMAD, o 'Cumbre de la Tierra', y la ratificó el 21 de diciembre de 1993. El instrumento de ratificación aparece en el Boletín Oficial del Estado número 27, de 1 de febrero de 1994. Durante 1994, como respuesta al compromiso adquirido por el Gobierno Español en el citado instrumento de ratificación, se presentó el primer 'Informe de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático', en el que se incluyó el inventario nacional de gases de efecto de invernadero para 1990, de acuerdo con las metodologías elaboradas por el IPCC, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Agencia Internacional de la Energía (AIE). La contribución financiera, declarada en dicho informe, con destino al FMAM ascendió a diez millones de DEG (derechos especiales de giro) en su fase piloto. Así mismo, se comprometió una reposición de fondos durante tres años más, superior a los doce millones de DEG.

La Comisión Nacional del Clima tenía como finalidad colaborar en la elaboración del Programa Nacional del Clima, asesorar al Gobierno sobre la política referente al cambio climático y sobre las

<sup>7</sup> El artículo 137 de la Constitución Española señala que "el Estado se organiza territorialmente en municipios, en provincias y en las comunidades autónomas que se constituyan. Todas estas entidades gozan de autonomía para la gestión de sus respectivos intereses".

<sup>8</sup> Los referentes básicos que enmarcan la distribución competencial en materia de medio ambiente se encuentran comprendidos en los siguientes preceptos del Título VII de la Constitución:

- Art. 148-1º-9: las Comunidades Autónomas podrán asumir competencias en la gestión en materia de protección del medio ambiente;
- Art. 149-1º-23: el Estado tiene competencia exclusiva en la legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas para establecer normas adicionales de protección.

<sup>9</sup> Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local.

estrategias de respuesta. La propuesta de Programa Nacional del Clima, finalizada en marzo de 1995, se elaboró a través de ocho Grupos de Trabajo compuestos por expertos de todas las áreas científicas afectadas, pertenecientes a organismos de la Administración pública más directamente involucrados. Los Grupos creados abordaron ocho áreas temáticas: datos; climatología; modelización; agricultura, ganadería y bosques; recursos hídricos; inventarios; zonas costeras; y prevención de desastres naturales. Desde 1994 se contó con la colaboración complementaria de las ONGs más representativas y de las Comunidades Autónomas.

Durante el proceso de elaboración se consideró más conveniente segregar el 'Plan Nacional de I+D sobre el Clima', como un elemento incluido en el Programa Nacional del Clima; pero con entidad propia en cuanto a la financiación y al proceso de objetividad e independencia de la evaluación de proyectos. En consecuencia, se incorporó al Plan Nacional de I+D 1996-99 y se realizó una convocatoria extraordinaria en 1995. Posteriormente, en el marco del Plan Nacional de I+D+i 2000-03 se consideró como parte del área científico-tecnológica de Recursos Naturales.

La creación del Ministerio de Medio Ambiente en 1996 y la adopción en 1997 del Protocolo de Kioto motivaron una reestructuración del Órgano Colegiado para reforzar las competencias del mismo y definir una Estrategia Española de lucha frente al Cambio Climático. Así, en la década de los noventa, junto a los trabajos realizados por la Comisión Nacional del Clima y el Consejo Nacional del Clima (CNC) y sus respectivos Grupos de Trabajo, las iniciativas llevadas a cabo en España para combatir el cambio climático fueron incrementándose de manera continua, tanto en el ámbito de las Administraciones Públicas como por parte del sector privado y de las organizaciones sociales. Paralelamente, gracias al esfuerzo de sensibilización de las organizaciones no gubernamentales y a la labor de difusión de información de los medios de comunicación, el conocimiento e interés de la sociedad por las cuestiones relativas al cambio climático también se ha visto notablemente acrecentado.

No obstante, y pese a los logros alcanzados, para hacer frente a los compromisos asumidos por España en el marco el Protocolo de Kioto es imprescindible un esfuerzo adicional. Esfuerzo que exige la participación de la sociedad en su conjunto, y muy especialmente la acción de todos los organismos públicos y privados más directamente relacionados con los retos y oportunidades que la lucha frente al cambio climático conlleva. Como respuesta a este reto, en el año 2001 se adoptaron dos medidas de carácter institucional: la creación de la Oficina Española de Cambio Climático y la reestructuración del Consejo Nacional del Clima.

### **5.1 OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO**

Por Real Decreto 376/ 2001, de 6 de abril, se crea la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), Órgano Colegiado adscrito al Ministerio de Medio Ambiente y dependiente de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Posteriormente, el Real Decreto 1000/2003, de 25 de julio, consolida su estructura y la integra en la organización departamental como órgano directivo dependiente de la Secretaría General de Medio Ambiente. La OECC se ha concebido como un instrumento destinado a dinamizar las respuestas frente al cambio climático, facilitando la colaboración entre todas las partes implicadas. Sus funciones son:

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

### **5.2 CONSEJO NACIONAL DEL CLIMA**

El Real Decreto 1188/2001, de 2 de noviembre, amplía la composición de Consejo Nacional del Clima<sup>10</sup> con el fin de asegurar la participación de todas las Administraciones Públicas y de las diver-

---

<sup>10</sup> La composición del Consejo Nacional del Clima es:

- Presidente: el Ministro de Medio Ambiente.
- Vicepresidente: el Secretario general de Medio Ambiente, que ejerce la Presidencia en caso de au-

sas organizaciones económicas, sociales, científicas y sindicales. Corresponde al Consejo Nacional del Clima:

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

Con el fin de dotar de un mayor dinamismo al Órgano Colegiado, el Real Decreto incorporó como novedad la creación de una Comisión Permanente, a quien le corresponde el seguimiento ordinario de las funciones encomendadas al Consejo Nacional del Clima, así como velar por el adecuado cumplimiento de los mandatos adoptados por el Pleno.

### 5.2.1 Estrategia Española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto

El Pleno del Consejo Nacional del Clima, en su reunión del 29 de abril de 2002, encomendó a la Comisión Permanente que iniciase los trabajos, a la mayor brevedad posible, para elaborar una propuesta de Estrategia Española para el cumplimiento del Protocolo de Kioto. A tal fin la Comisión Permanente celebró 17 reuniones, la mayor parte de ellas de dos sesiones, en un período que va desde finales de junio de 2002 -cuando se adoptó el plan de trabajo- hasta mediados de diciembre de 2003, en la que se aprueba el borrador de Estrategia y se eleva al Pleno del Consejo. La propuesta de Estrategia fue presentada y aprobada por el Pleno del Consejo en su reunión del 2 de febrero de 2004.

## 5.3 ESTRATEGIAS DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

La actual distribución de competencias en materia de medio ambiente requiere la implicación activa de las Administraciones Autonómicas para la consecución de los objetivos marcados en la Estrategia Española, así como en las propuestas contenidas en ésta, en el marco de lo que se acuerde en el Consejo Nacional del Clima. Sin perjuicio de lo anterior, algunas Administraciones Autonómicas han comenzado a tomar medidas y han adoptado políticas, planes o programas para contribuir al cumplimiento de los objetivos del Protocolo de Kioto. Se recogen a continuación sucintamente algunas actuaciones de Comunidades Autónomas que han facilitado información para la elaboración de este documento.

### 5.3.1 Andalucía

El Gobierno andaluz, con el fin de contribuir al cumplimiento de los compromisos del Estado español en materia de lucha contra el cambio climático, aprobó un conjunto de acciones mediante un Acuerdo del Consejo de Gobierno de 3 de septiembre de 2002 (publicado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía del 26 de septiembre de 2002). En dicho Acuerdo se asignan a distintas Consejerías de la Junta una serie de acciones:

---

sencia o enfermedad del Presidente.

- Secretario: el Director de la Oficina Española del Cambio Climático.
- Vocales:
  - Los Directores generales del Instituto Nacional de Meteorología, de Calidad y Evaluación Ambiental, de Conservación de la Naturaleza, de Costas, y de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, del Ministerio de Medio Ambiente.
  - Un representante de los Ministerios de Asuntos Exteriores, de Hacienda, del Interior, de Fomento, de Educación, Cultura y Deporte, de Agricultura, Pesca y Alimentación, de la Presidencia, de Administraciones Públicas, de Sanidad y Consumo, de Economía, y de Ciencia y Tecnología, designados por los respectivos Ministros entre Directores generales de su Departamento.
  - Un representante por Comunidad Autónoma, designado por cada una de éstas, y otro por cada una de las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla, si así lo solicitasen.
  - Tres representantes designados por las asociaciones de entidades locales de ámbito estatal con mayor implantación.
  - Dos representantes designados por las organizaciones representativas de empresarios de mayor implantación.
  - Un representante designado por el Consejo Superior de Cámaras de Comercio.
  - Dos representantes de amplia experiencia en materia medioambiental, designados por el Ministro de Medio Ambiente.
  - Tres representantes designados por las organizaciones ecologistas de mayor implantación.
  - Dos representantes pertenecientes al ámbito de la docencia universitaria y la investigación, designados por el Ministro de Ciencia y Tecnología, que deberán tener la condición de expertos en las materias relacionadas con el cambio climático.
  - Dos representantes designados por los sindicatos más representativos a nivel nacional.
  - Dos representantes designados a través del Consejo de Consumidores y Usuarios.

- A la Consejería de Medio Ambiente le corresponde, entre otras:
  - ✧ la coordinación e impulso de la Estrategia;
  - ✧ la creación de un Panel científico de seguimiento de la Estrategia (constituido por Orden de 21 de noviembre de 2002, Boletín Oficial de la Junta de Andalucía del 3 de diciembre de 2002) y una Secretaría Técnica;
  - ✧ la elaboración de un inventario de emisiones y sumideros en la Comunidad;
  - ✧ medidas en materia de política forestal y de biodiversidad;
  - ✧ instrumentos normativos (ligados al cumplimiento de la IPPC), de planificación ambiental, de información e indicadores de seguimiento.
- A la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico, en el marco del Plan Energético de Andalucía 2002-06, le corresponde:
  - ✧ el fomento de las energías renovables con el objetivo, en el año 2010, de que el 15% de la energía primaria consumida en Andalucía corresponda a fuentes renovables;
  - ✧ así como programas de ahorro y eficiencia energética.

Las medidas en materia de vivienda, transporte, uso sostenible y más eficiente del agua, agricultura, educación ambiental o salud pública serán desarrolladas igualmente por las Consejerías competentes.

### 5.3.2 Aragón

Las principales decisiones tomadas por el Gobierno de Aragón, para contribuir a la lucha contra el cambio climático, han sido la aprobación del Plan de Acción de las Energías Renovables en Aragón y del Plan de Acción Forestal y de la Conservación de la Biodiversidad. El primer Plan citado fija que en el año 2005 el 20% del consumo de energía primaria tenga su origen en energías renovables. El segundo ha determinado que durante el periodo 2002-06 se reforestarán 10.000 hectáreas. A estas actuaciones cabe añadir las mejoras esperadas en la eficiencia de la industria aragonesa, derivadas de la aplicación de la Ley IPPC y de un consumo más responsable de la ciudadanía, conseguido mediante las campañas de educación ambiental. Finalmente está prevista la realización de un inventario de emisiones y sumideros en Aragón.

### 5.3.3 Asturias

Las actuaciones más relevantes de la Administración del Principado de Asturias frente al fenómeno del cambio climático se refieren al fomento de las energías renovables, desde varias líneas de actuación, y al Plan Forestal de Asturias.

En el marco general de reducción de emisiones contaminantes y mejora medioambiental, el Principado participa en la Fundación Asturiana de la Energía, cuyo objetivo genérico es promover el ahorro y la eficiencia energética, así como el uso de las energías renovables. La Administración del Principado asume la promoción de estas energías, asignando a órganos específicos el encargo de todos los temas relacionados con las mismas, en cuanto a legislación, tramitación de autorizaciones y subvenciones. Se realizan convocatorias públicas de subvenciones para programas de ahorro energético y uso de energías renovables. También se contempla la subvención de proyectos piloto para introducir en flotas de transporte de pasajeros o mercancías, carburantes alternativos a los derivados del petróleo. Se aprovecha el biogás contenido en los residuos sólidos almacenados en el vertedero, produciendo del orden de 46 GWh/año. Como resultado de la promoción que, desde la Administración, se viene realizando de las energías renovables, cabe destacar el auge de los parques eólicos en Asturias, con 700 MW eólicos previstos.

Se encuentra en estudio el Plan Forestal de Asturias, que está concebido como un plan de actuaciones que abarca un periodo de 60 años, cuyos objetivos se materializarán en ampliar la superficie arbolada, mediante repoblaciones, en unas 163.000 ha (que equivaldría a 1/6 de la superficie regional) y mejoras silvícolas, en la superficie ya plantada, que afectaría a unas 150.000 ha, consiguiéndose así pasar de los 0,6 a 3,0 millones de m<sup>3</sup>/año de madera, con la incidencia positiva que esto tendría en cuanto a la disminución del CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

### 5.3.4 Castilla y León

La Comunidad de Castilla y León viene llevando a cabo diferentes actuaciones que inciden, de manera directa o indirecta, en la lucha contra el cambio climático. Como primer hito destaca el Acuerdo de la Junta de Castilla y León, de 28 de enero de 1999, por el que se aprobó la 'Estrategia de Desarrollo Sostenible de Castilla y León: Agenda 21', para su incorporación al proceso de tramitación del Plan de Desarrollo Regional 2000-06. Las acciones que constituyen la Política de Desarrollo Regional deberán prestar una especial atención al cumplimiento de los objetivos de las Estrategias para la Conservación de la Biodiversidad y la Lucha contra el Cambio Climático. Entre estos objetivos se cuentan los siguientes, relacionados con el cambio climático:

- Promover la eficacia energética y el aprovechamiento racional de la energía.

- Los programas de Ahorro, Sustitución, Cogeneración y de Energías Renovables deben centrar la prioridad de la investigación y el apoyo a la inversión.
- Integración de los compromisos de Kioto sobre el cambio climático en el Plan Energético Regional.
- Fomentar políticas orientadas a la reducción del consumo de materias primas y energía, y la reducción de los residuos generados, así como la obtención de productos limpios.
- Mejorar la difusión e incorporación de tecnologías más limpias basadas en el concepto de mejores técnicas disponibles (MTD) y favorecer el desarrollo de este tipo de tecnologías en Castilla y León (apoyo I+D).

Enmarcado en el Plan Energético Regional, se ha aprobado el Plan Eólico y el Plan Solar de Castilla y León con el objetivo de conseguir que las energías renovables supongan el 12% del consumo de energía primaria en 2010.

El Ente Público Regional de la Energía de Castilla y León, creado por la Ley 7/1996, como Organismo que desarrolla, unifica, e integra a nivel territorial y de forma efectiva todas las políticas aprobadas e instrumentadas en las distintas áreas energéticas, orienta sus actuaciones al fomento del ahorro energético y la utilización racional de las fuentes energéticas, con el especial aprovechamiento de las energías renovables. Los objetivos perseguidos pueden resumirse en los siguientes:

- Utilizar en la mayor medida posible las energías locales y renovables.
- Plantear una política de eficacia energética.
- Asegurar un aprovisionamiento energético económicamente aceptable.
- Reducir las emisiones contaminantes preservando el medio ambiente.
- Diversificar las fuentes de aprovisionamiento energético

En relación con las energías renovables se contribuye al impulso de proyectos de energía minihidráulica, biomasa, eólica, y solar térmica y fotovoltaica, con la intervención del citado Ente Público Regional de la Energía mediante el estudio, evaluación técnica o promoción de proyectos y actuaciones divulgativas y de demostración. También existen diferentes líneas de ayudas cuyo objetivo se centra en el ahorro y la diversificación energética.

Otro instrumento de planificación, de gran relevancia desde el punto de vista del cambio climático, es el Plan Forestal de Castilla y León, que recoge más de 750 medidas agrupadas en 19 Programas para los próximos 27 años, con la previsión de 500.000 nuevas hectáreas arboladas mediante la repoblación forestal, que se sumarán a las más de 176.000 ha repobladas durante los últimos siete años.

Otras iniciativas relevantes son los instrumentos normativos, como la reciente Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León, las actuaciones en materia de Educación Ambiental y la Estrategia de Control de la Calidad del Aire 2001-10, aprobada en agosto de 2002 en el marco de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de Castilla y León.

### 5.3.5 Cataluña

Las políticas más significativas de lucha contra el cambio climático del Gobierno de Cataluña son las siguientes:

- inventario permanente de emisiones de CO<sub>2</sub>;
- red temática contra el cambio climático formada por equipos de investigación de alto nivel
- estrategia para la implantación de energía eólica;
- programas de eficiencia energética en el sector industrial y doméstico;
- educación ambiental e información;
- fomento de programas de movilidad sostenible, vehículos menos contaminantes y utilización de biocombustibles;
- incorporación de las políticas de lucha contra el cambio climático como uno de los ejes de la Agenda 21 de Cataluña;
- estudiar la aplicabilidad de un sistema de compraventa de derechos de emisión en Cataluña.

### 5.3.6 Galicia

El gobierno de Galicia ha establecido un conjunto de medidas encaminadas a colaborar desde su ámbito competencial a hacer frente al fenómeno del cambio climático. Entre las medidas de seguimiento cabe destacar la creación de los inventarios de emisiones permanentes, siguiendo la metodología IPCC, y el establecimiento de una Red Temática de seguimiento del cambio climático.

Así mismo se estudiarán los posibles escenarios de impacto del cambio climático y se establecerán medidas oportunas encaminadas a minimizar dicho impacto. Por último, se establecerá una red informativa para la puesta en marcha de los mecanismos establecidos en el protocolo de Kioto.

Todas estas actuaciones se recogerán en el documento titulado 'Estrategia de Galicia frente al cambio climático', que se aprobará en el año 2004.

### 5.3.7 La Rioja

Las principales actuaciones que se están llevando a cabo en la Comunidad de la Rioja y que están previstas para la lucha contra el cambio climático son las siguientes:

- Desarrollo del Plan Eólico de la Rioja, con una potencia nominal instalada prevista de 660 MW.
- Introducción de programas de mejora de la eficiencia energética y auditorías energéticas en los principales sectores industriales en la Rioja, mediante acuerdos voluntarios.
- Implantación de Energías Renovables en edificios públicos.
- Ejecución del programa de centros educativos sostenibles, donde se han llevado a cabo ecoauditorías, encaminadas al ahorro y eficiencia energética.
- Incorporación de vehículos menos contaminantes, en los servicios de la Administración.
- Aprovechamiento energético de los residuos y reducción de las emisiones de metano, mediante la construcción de un Ecoparque para la gestión de RSU mediante biometanización.
- Fomento del uso electrodoméstico más eficiente energéticamente, mediante la subvención de la adquisición de estos equipos.
- Estudio de la aplicación del comercio de emisiones en el sector cerámico.

### 5.3.8 Madrid

El gobierno regional de la Comunidad de Madrid ha asumido un compromiso en materia de cambio climático, emanado de la ratificación del Protocolo de Kioto por parte del Estado Español. La Consejería de Medio Ambiente cuenta con todas las competencias en esta materia y por tanto hace suyo el mandato de coordinar el conjunto de medidas y políticas que conducen al cumplimiento del Protocolo de Kioto.

La Comunidad de Madrid no cuenta con un Plan Regional en materia de cambio climático, aunque existen actuaciones en las diferentes Consejerías con incidencia directa en la disminución de las emisiones de los gases de efecto invernadero. Las principales líneas de trabajo por las que apuesta el gobierno regional, orientadas a cumplir este objetivo, se centran en las políticas de transporte, forestal (sumideros de carbono), en materia de residuos y otras políticas con implicaciones directas, como las Agendas Local 21.

También desde la Consejería de Medio Ambiente se ha promovido la realización de un inventario de emisiones atmosféricas, donde están incluidos los gases de efecto invernadero. Este estudio ha finalizado en 2002 y entre sus objetivos prioritarios persigue conocer mejor la realidad regional, para así instrumentar de forma efectiva iniciativas orientadas a paliar los efectos del cambio climático.

Por su parte, la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica tiene encomendado en el territorio de la Comunidad de Madrid la promoción del programa de ahorro y eficiencia energética, para lo que ha puesto en marcha diferentes órdenes de subvención para el fomento de energías renovables y ahorro energético, junto con la reciente creación del Centro para el Ahorro y la Eficiencia Energética de la Comunidad de Madrid -creado por Acuerdo del Consejo de Gobierno-, cuya función principal consiste en orientar la política de ahorro y eficiencia energética en la Comunidad de Madrid.

### 5.3.9 Murcia

En la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia las principales actuaciones emprendidas en materia de lucha contra el cambio climático son:

- Desarrollo e implantación de un Programa de adaptación de la región a los impactos del cambio climático.
- Programas de eficiencia energética y fomento de energías alternativas, con los siguientes objetivos:
  - ✧ cambio a gas natural (plan de gasificación industrial y doméstico),
  - ✧ cambio de la estructura energética: cogeneración,
  - ✧ implantación progresiva de energías renovables.
- Compromisos de ecoeficiencia con las empresas, el transporte, los servicios y la sociedad a través de acuerdos voluntarios.

### 5.3.10 Navarra

Las políticas prioritarias de lucha contra el cambio climático del gobierno de Navarra son las siguientes:

- Inventario permanente de emisiones de CO<sub>2</sub>.

- Ejecución estricta del plan energético con atención preferente a las energías renovables y en concreto a la energía eólica.
- Desarrollo de programas de eficiencia energética en el sector industrial y doméstico.
- Desarrollo de un programa de vivienda bioclimática.
- Fomento de programas de movilidad sostenible, vehículos menos contaminantes y utilización de biocombustibles.
- Desarrollo estricto del Plan Forestal.
- Posible aplicabilidad de un sistema de compraventa de derechos de emisión.
- Educación ambiental e información con la creación de un Foro de la energía y un área específica en el Centro de Recursos Ambientales.
- Incorporación de estas políticas como uno de los ejes de la Agenda 21.
- Incorporación de estas políticas en los programas de Cooperación al desarrollo.

### 5.3.11 País Vasco

Dentro de la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-20, una de las cinco metas es limitar la influencia del cambio climático y alcanzar los objetivos fijados en el Protocolo de Kioto. Se fija como objetivo la limitación de gases de efecto invernadero para el año 2020 a través de compromisos a ejecutar en el periodo 2002-06 y compromisos a largo plazo (2007-20). Esto se concreta en:

- el fomento del suministro de energía primaria en torno a las energías limpias;
- la mejora de la eficiencia energética en todos los sectores de actividad, acercando los puntos de producción y consumo;
- el fomento del ahorro energético en todos los sectores y los modos de transporte menos emisores de CO<sub>2</sub>;
- la reducción de las necesidades de movilidad;
- el fomento de la sustitución de los combustibles fósiles a favor de los renovables y de los fósiles que aporten menor cantidad de gases de efecto invernadero.

Como segundo objetivo se plantea el aumento de los sumideros de carbono mediante el fomento de la investigación, el impulso de la silvicultura y la promoción de usos imperecederos de la madera.

También existe una página web<sup>11</sup> que contiene información adicional sobre los compromisos concretos energéticos, de transporte o de industria.

<sup>11</sup> <http://www.ingurumena.net/>



## Capítulo 2.- Inventario nacional y emisiones globales

### *Análisis sectorial y por gases de las emisiones nacionales y autonómicas de gases de efecto invernadero, y del Anexo I*

Últimamente, una de las ramas de la ciencia a la que se han dedicado más esfuerzos de investigación climática es la química atmosférica. Esto es debido a que, partiendo de bases científicas bien establecidas y acordadas internacionalmente, es posible calcular la evolución futura de la concentración atmosférica de un determinado gas de efecto invernadero, si se conocen sus emisiones y teniendo en cuenta los modelos globales del ciclo del carbono y otros gases. La hipótesis básica utilizada es que en ausencia de políticas especialmente dirigidas a reducir las emisiones antropogénicas, la concentración atmosférica de estos gases seguirá aumentando a un ritmo similar al actual; siendo las tendencias poblacionales, la demanda de energía, el nivel de dependencia de los combustibles fósiles, la presión sobre las superficies forestales, las costumbres urbanas, etc., los factores clave que determinarían el nivel futuro de emisión.

En todo caso, cualquier hipótesis que se establezca en estas vertientes supone adoptar unos criterios específicos sobre la evolución de los sistemas sociales y económicos, así como de la innovación tecnológica, lo cual no siempre es fácil ni conduce a un acuerdo unánime. Existen diversos organismos o instituciones internacionales que han establecido escenarios que evalúan el posible comportamiento de estos factores, y consecuentemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, es el IPCC el que ha integrado dicha información en un Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones, cuyos resultados son las condiciones iniciales y de contorno básicas para el buen funcionamiento de los modelos que simulan la evolución del clima.

## 6 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE EMISIONES Y ABSORCIONES

Desde hace varios años, tanto la UE como la OCDE vienen desarrollando programas de vigilancia de las emisiones de ciertos gases, así como de sus concentraciones atmosféricas. En sus inicios, estos programas estuvieron dirigidos a controlar la contaminación, por lo que los gases objeto de vigilancia eran los considerados como contaminantes y perjudiciales para el medio ambiente.

En cuanto a las metodologías para evaluar sus emisiones a partir de la correspondencia entre actividades y factores de emisión, la CMCC ha decidido seguir la metodología adoptada internacionalmente para evaluar los inventarios y desarrollada por IPCC-OCDE-AIE. Sin embargo, y dado que por la pertenencia a la UE España debe realizar periódicamente inventarios según la metodología CORINE-AIRE, también es necesario aumentar la compatibilidad entre ambos métodos, estableciendo las correspondencias entre categorías y subcategorías.

En el tema de la absorción de CO<sub>2</sub>, deben mejorarse las estimaciones que se realizan sobre el sumidero de carbono en los sistemas forestales gestionados, ya que están muy influenciados por características locales. Así mismo, debe seguirse estrechamente la elaboración por el IPCC de las metodologías para el cómputo del efecto sumidero bajo los Artículos 3.3 y 3.4 del Protocolo de Kioto, de tal forma que reflejen las especiales características de los ecosistemas mediterráneos.

La clasificación de actividades -de forma muy resumida- de la metodología IPCC para la realización de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero es la siguiente:

- Emisiones procedentes de los combustibles (el CO<sub>2</sub> procedente de la quema de biomasa no se contabiliza):
  - ✧ Energía e industrias de transformación (combustión para la producción de energía y conversión de formas primarias en secundarias):
    - ⇒ generación de electricidad pública, privada e industrial;
    - ⇒ cogeneración;
    - ⇒ calefacción de distrito;
    - ⇒ refinado de productos petrolíferos;
    - ⇒ producción de combustibles sólidos (coque, briquetas de lignito, etc.);
    - ⇒ otras industrias.
  - ✧ Industria (consumo final de combustibles en hornos):
    - ⇒ hierro y acero;

- ⇒ metales no ferrosos;
- ⇒ químicas;
- ⇒ pasta, papel e imprentas;
- ⇒ alimentos, bebida y tabaco;
- ⇒ otras industrias.
- ✧ Transporte (quema y evaporación de combustibles):
  - ⇒ transporte aéreo interno;
  - ⇒ transporte por carretera (automóviles, camiones, autobuses y motocicletas);
  - ⇒ ferrocarriles;
  - ⇒ navegación interna;
  - ⇒ otros tipos, como tuberías.
- ✧ Comercial, institucional y residencial (quema de combustibles en edificios y viviendas).
- ✧ Agricultura y silvicultura: vehículos a tracción, bombas de combustible, y otros usos.
- ✧ Otras emisiones procedentes de la quema de combustibles.
- ✧ Emisiones fugitivas:
  - ⇒ producción, transporte y almacenamiento de combustibles (petróleo y gas natural);
  - ⇒ minería del carbón (ventilación y actividades tras la extracción).
- Procesos industriales (emisiones durante los procesos, donde los gases de efecto invernadero son productos secundarios):
  - ✧ Hierro y acero.
  - ✧ Metales no ferrosos (aluminio y otros).
  - ✧ Química inorgánica (ácido nítrico, fertilizantes y otros).
  - ✧ Química orgánica (ácidos grasos y otros).
  - ✧ Productos minerales no metálicos (cemento, cal y otros).
  - ✧ Otras industrias.
- Utilización de disolventes:
  - ✧ Aplicación en pinturas.
  - ✧ Desengrase y tintorerías.
  - ✧ Productos químicos (fabricación y proceso).
  - ✧ Otros usos.
- Agricultura:
  - ✧ Fermentación entérica: ganado vacuno para carne o leche; cabras; ovejas; cerdos; caballos, mulas y asnos; y otras especies.
  - ✧ Detritus de animales (descomposición anaeróbica): ganado vacuno para carne o leche; cabras; ovejas; cerdos; caballos, mulas y asnos; aves de corral; y otras especies.
  - ✧ Cultivo de arroz (descomposición anaeróbica y régimen de irrigación).
  - ✧ Suelos agrícolas: uso de fertilizantes.
  - ✧ Quema de residuos agrícolas (la quema de biomasa para obtener energía está excluida).
  - ✧ Otras emisiones.
- Cambio del uso de la tierra y silvicultura (absorciones y emisiones procedentes de los bosques y de las actividades de cambio del uso de la tierra):
  - ✧ Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa.
  - ✧ Conversión de bosques y praderas en tierras de cultivo o pastos permanentes.
  - ✧ Quema in situ de biomasa.
  - ✧ Abandono de tierras cultivadas y pastizales.
  - ✧ Emisión o absorción de CO<sub>2</sub> en los suelos debido a la gestión y cambio de uso de la tierra.
- Tratamiento de residuos:
  - ✧ Depósito en vertederos.
  - ✧ Tratamiento de aguas residuales.
  - ✧ Incineración de residuos.
  - ✧ Otros procesos que liberan gases.

## 7 INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Los gases de efecto invernadero considerados en las siguientes secciones son CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>. Los HFC y PFC son en realidad dos familias de sustancias que incluyen diversas especies químicas con características estructurales comunes. Otros gases de efecto invernadero no se

computan en los totales nacionales debido a que no resultan directamente de emisiones antropogénicas o están regulados por otros acuerdos internacionales, caso de los gases fluorados recogidos en el Protocolo de Montreal relativo a la protección de la capa de ozono.

Las emisiones se expresan en gigagramos ( $10^9$  gramos, abreviatura Gg) equivalentes de  $\text{CO}_2$ , resultantes de multiplicar la masa por el PCG correspondiente al gas de que se trate, de acuerdo con el IPCC. De esta forma se hacen comparables las emisiones de diferentes gases, pues el efecto que causarían en la atmósfera un número dado de unidades equivalentes de  $\text{CO}_2$  de distintos gases sería similar. El intervalo de años disponible se extiende de 1990 a 2001. En cuanto al año de referencia, o año base, hay que señalar que éste depende del gas: 1990 para  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ; y 1995 para los gases fluorados (cada Estado Parte puede elegir entre 1990 y 1995)<sup>1</sup>.

Seguidamente se analiza la evolución de las emisiones totales, por gases y por sectores. Dicho análisis está basado en el 'Informe Nacional sobre Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (edición 2003)', que acompaña al propio inventario cuando se remite a la Comisión Europea, en cumplimiento de la Decisión 1999/296/CE<sup>2</sup>, y a la Secretaría de la CMCC.

## 7.1 ANÁLISIS AGREGADO

La Tabla 6 (página 41) muestra las emisiones anuales en términos absolutos, respecto al año base y la media móvil quinquenal. Los datos no incluyen la cantidad de carbono absorbida por los sumideros. En todos los años las emisiones aumentan respecto al año anterior, excepto en 1993, 1996 y 2001, siendo siempre mayores que en 1990. En el año 2001 las emisiones superan en un 32% a la cifra del año base, mientras que si se compara la media del último quinquenio<sup>3</sup> disponi-

Emisiones brutas totales (Gg $\text{CO}_2$ equivalente)												
Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
289.851	287.608	294.203	303.052	291.332	306.070	319.364	311.373	332.546	343.083	371.057	387.104	382.789
Índice anual respecto al año base (año base = 100)												
Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
100,00	99,23	101,50	104,55	100,51	105,60	110,18	107,43	114,73	118,37	128,02	133,55	132,06

**Tabla 6.- Evolución anual 1990-2001 del agregado de las emisiones**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

ble, 1997-2001, con el año base el aumento sería del 25%.

La Ilustración 11 (página 42) muestra la evolución del índice anual respecto al año base, así como su media quinquenal móvil (cada media quinquenal es asignada al año central del periodo que abarca). El índice sólo disminuye en los años 1993, 1996 y 2001. En términos de pendiente de

### **1 RESERVA DE LAS ONG:**

- El año base 1995 para los gases fluorados es una opción que permite el Protocolo de Kioto, pero que, en opinión de las ONG, implica un truco contable para tener que reducir menos las emisiones. Por tanto, las ONG consideran que no debería hacerse uso de esa trampa y situar para todos los gases el año base en 1990.
- En la Tabla 7 se ve como el aumento entre el año base (1995) y 2000 -un 113% de las emisiones de HFC y un 123% de las de  $\text{SF}_6$ - es ya de por sí alarmante y pone de manifiesto la necesidad imperiosa de actuar para frenar esas emisiones. Pero esos datos enmascaran la realidad, ya que se utiliza el truco contable de situar el año base en 1995, pues si se situase en 1990, se comprobaría que el aumento ha sido de un 311% para los HFC y de un 273% para el  $\text{SF}_6$ .
- En la Ilustración 12 se aprecia claramente la realidad del aumento de las emisiones de HFC y  $\text{SF}_6$ , y se demuestra el engaño que supone acogerse al truco contable de cambiar el año base 1990 por 1995, para disimular parte de ese gran aumento y reducir la obligación de actuar.
- En la Tabla 9, observando los datos de 1990, se demuestra como España es el país que más se ha beneficiado de aplicar el truco contable de cambiar el año base de los gases fluorados a 1995, pues así las emisiones de 1990 se nos quedan en un -0,8%, más bajas que las de ningún otro país. Sin este truco contable, se vería que el aumento de emisiones en 2000 respecto a 1990 es de un 34,5%.
- A pesar de que en 2001, por primera vez, se han reducido las emisiones debidas a la producción de carburos halogenados y  $\text{SF}_6$ , es pronto para saber si se ha roto la tendencia previa de aumento sostenido. Sin embargo, en las emisiones debidas al consumo de carburos halogenados y  $\text{SF}_6$  sí que se mantiene la tendencia de aumento, habiendo superado las emisiones de 2001 en más de 25 veces las del año base 1995 y en casi 46 veces las del año 1990.

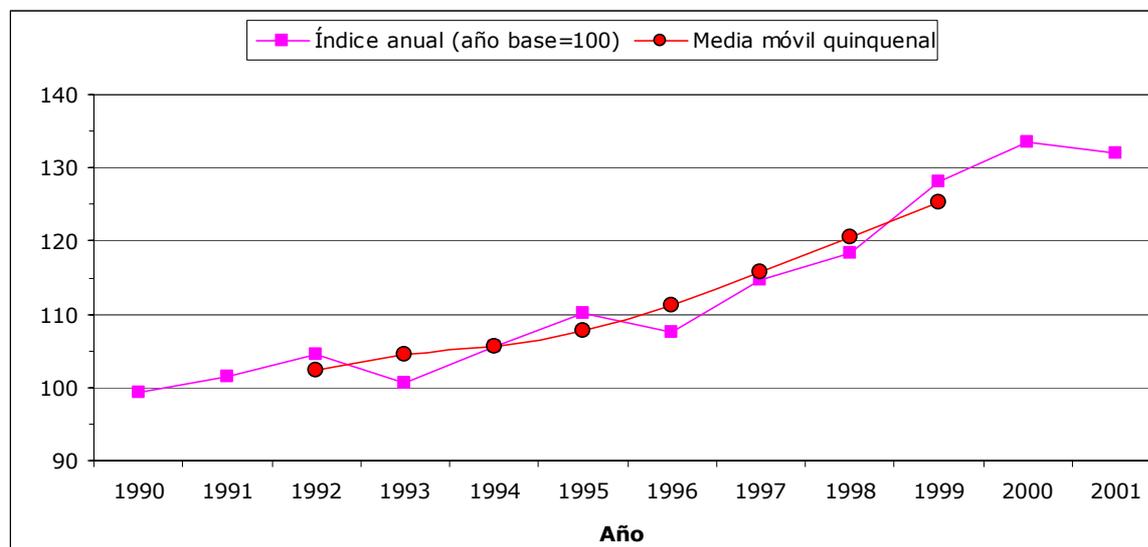
<sup>2</sup> En la Decisión 2007/???/CE, revisión de la Decisión 1999/296/CE para su adecuación al Protocolo, se establece un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad Europea.

<sup>3</sup> La inclusión en el análisis de medias quinquenales responde al hecho de que el objetivo en el PK se extiende a un período de cinco años: 2008-12.

la curva, el intervalo 1990-96 se caracteriza por un crecimiento más moderado que el correspondiente a 1997-2001. Los mínimos relativos parecen estar relacionados con la hidraulicidad del año y su repercusión en la disminución de la producción de electricidad de origen térmico, si bien otra serie de factores, como el aumento del consumo de combustibles y de la actividad industrial, son los determinantes del cambio de pendiente observado entre los dos intervalos.

### 7.2 ANÁLISIS POR GASES

La Tabla 7 (página 42) recoge las emisiones, por gas o familia, en cada año del intervalo



**Ilustración 11.- Evolución del índice anual respecto al año base**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

1990-2001. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos y en

GAS	Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Emisiones brutas totales (Gg CO <sub>2</sub> equivalente)													
CO <sub>2</sub>	227.400	227.400	234.223	242.189	232.475	242.710	254.386	241.884	261.700	270.604	295.512	308.201	307.248
CH <sub>4</sub>	30.286	30.286	30.562	31.609	32.004	33.080	33.758	35.426	36.453	37.698	38.089	39.317	40.329
N <sub>2</sub> O	26.635	26.635	26.390	25.644	23.732	25.960	25.690	28.006	27.361	28.080	29.410	30.799	29.483
HFC	4.645	2.403	2.179	2.763	2.258	3.458	4.645	5.197	6.126	5.809	7.164	8.171	5.288
PFC	790	828	787	782	794	785	790	759	784	750	696	405	229
SF <sub>6</sub>	94	56	61	64	67	76	94	101	122	141	185	211	212
Índice anual respecto al año base (año base = 100)													
CO <sub>2</sub>	100,00	100,00	103,00	106,50	102,23	106,73	111,87	106,37	115,08	119,00	129,95	135,53	135,11
CH <sub>4</sub>	100,00	100,00	100,91	104,37	105,67	109,23	111,46	116,97	120,36	124,48	125,77	129,82	133,16
N <sub>2</sub> O	100,00	100,00	99,08	96,28	89,10	97,46	96,45	105,15	102,72	105,43	110,42	115,63	110,69
HFC	100,00	51,73	46,91	59,47	48,62	74,44	100,00	111,87	131,87	125,05	154,21	175,90	113,83
PFC	100,00	104,81	99,59	98,92	100,43	99,34	100,00	96,02	99,23	94,85	88,00	51,22	28,95
SF <sub>6</sub>	100,00	59,57	65,50	68,17	72,12	80,89	100,00	108,29	130,23	150,21	198,17	225,48	226,87

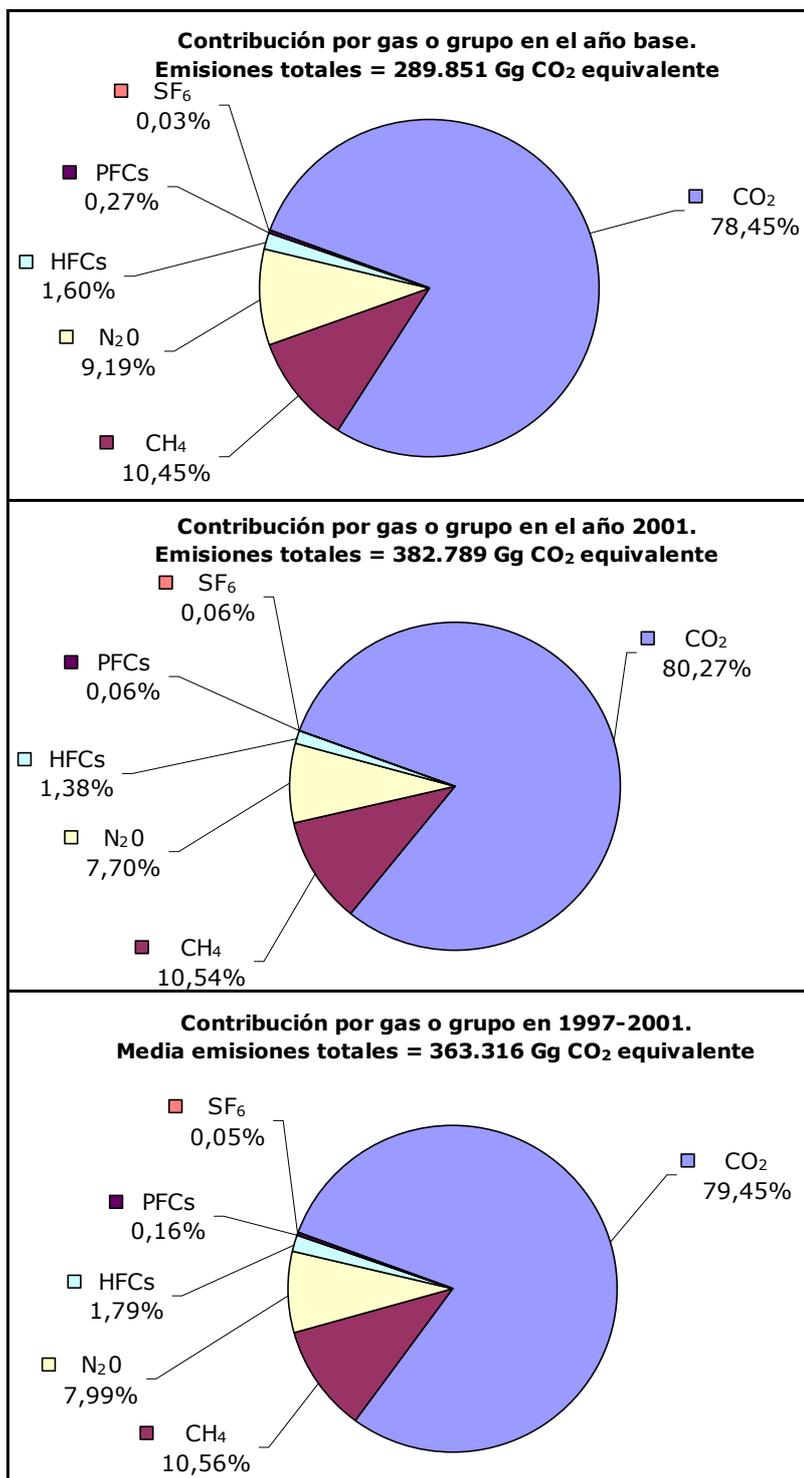
**Tabla 7.- Emisiones brutas totales por gas o grupo**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

la parte inferior la evolución del índice anual respecto al año base.

Al igual que ocurría con las emisiones totales, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentan en todos los años excepto en 1993, 1996 y 2001. Las emisiones de CH<sub>4</sub> y SF<sub>6</sub> aumentan de forma continua a lo largo de la serie histórica. Para el resto de gases se producen reducciones en algunos años. Si nos referimos a la comparación de los datos de 2001 con respecto al año base, las emisiones aumentan en todos los casos excepto en los PFC. El descenso de las emisiones de PFC responde principalmente a disminuciones en el sector de producción de aluminio. Por otro lado, el aumento más destacado corresponde al SF<sub>6</sub>, con el 127%.

La Ilustración 12 (página 43) muestra la contribución de cada gas o grupo a las emisiones totales. La primera gráfica muestra las respectivas contribuciones en el año base, la segunda en el año 2001 y la última en la media de los años 1997-2001. Si agrupamos los gases por la importan-



**Ilustración 12.- Contribución por gases**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

cia de sus contribuciones, obtenemos tres grupos. El primero lo constituye el CO<sub>2</sub>, componente dominante en el peso de las emisiones (el 80%). El CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O, con una cuota, según años, entre el 19,6% y el 18,2%, se configura como el segundo bloque en importancia. Finalmente aparece el conjunto de los gases fluorados con una contribución entre el 1,5% y el 2,0%.

Al comparar las tres gráficas se aprecia cómo la contribución del CO<sub>2</sub> ha mostrado sólo un tenue incremento en su contribución, manteniéndose alrededor del 80%. Mayor estabilidad relativa puede observarse para el CH<sub>4</sub>, con un rango de oscilación inferior al 1%, pues su horquilla se sitúa

entre el 10,45% y el 10,56%. El N<sub>2</sub>O refleja una caída de su contribución relativa, que pasa del 9,2% en el año base a 8,0% en el quinquenio 1997-2001 y 7,7% en el 2001. Para los gases fluorados, la disminución de los PFC contrasta con el significativo incremento relativo en el SF<sub>6</sub>, si bien todos ellos se mantienen dentro de unos niveles absolutos muy bajos, incluso en el año 2001: 1,38% para los HFC, 0,06% para los PFC y 0,06% para el SF<sub>6</sub>.

La Ilustración 13 (página 44) muestra la evolución de los índices anuales respecto al año base. La primera gráfica muestra los tres gases de mayor contribución y la segunda los gases fluorados. En la evolución del CO<sub>2</sub> se pueden apreciar los mínimos relativos de los años 1993, 1996 y 2001,

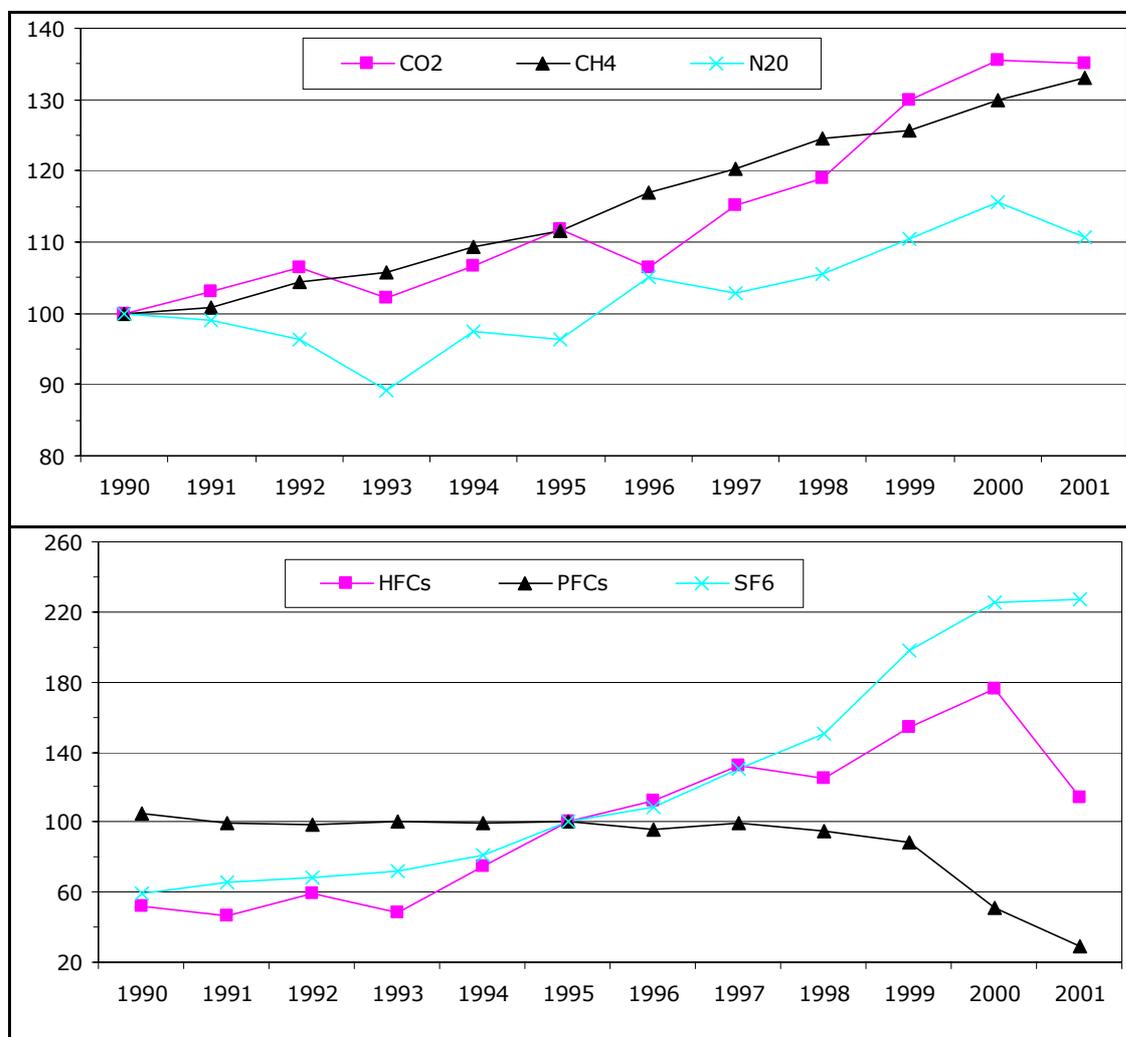


Ilustración 13.- Evolución del índice anual para cada gas

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

así como el incremento de la pendiente al pasar del intervalo 1990-96 al 1996-2001, pautas muy similares a las ya comentadas del índice agregado (Ilustración 11). La evolución del CH<sub>4</sub> muestra una tendencia más uniforme a lo largo de todo el periodo, con un crecimiento fuerte y sostenido. El N<sub>2</sub>O sigue una evolución distinta a la de los dos gases anteriores, descendiendo en el intervalo 1990-93, y aumentando posteriormente hasta el año 2001, en el que vuelve a disminuir.

En cuanto a los gases fluorados se aprecian diferencias entre la evolución de los PFC, estable-decreciente con un descenso significativo a partir del año 1999, y la del SF<sub>6</sub>, para los que tras un primer intervalo de mayor estabilidad, 1990-93, se observa un crecimiento notable que se prolonga hasta el año 2000 y una nueva estabilización en 2001. Por lo que atañe a los HFC, destaca una considerable reducción de las emisiones en 2001 respecto al año anterior.

La heterogeneidad de los gases que componen los grupos de HFC y PFC hace particularmente difícil la generalización de los comentarios. Sin embargo, 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, que también se aplicaría al SF<sub>6</sub>. Para los tres gases restantes, los incrementos experimentados entre 1990 y 2001 por el CO<sub>2</sub> (35,1%) y por el CH<sub>4</sub> (33,2%) son sólo parcialmente compensados por la relati-

vamente moderada subida del N<sub>2</sub>O (10,7%), en la determinación de la tasa de variación (32,1%) con respecto al año base de las emisiones totales en el año 2001.

### 7.3 ANÁLISIS POR SECTORES

En la Tabla 8 (página 45) se recogen las emisiones de los principales sectores establecidos en las directrices del IPCC. Se distinguen los siguientes grupos: energía, procesos industriales, uso de disolventes y otros productos, agricultura, y tratamiento y eliminación de residuos. Se hace una reseña pro memoria del grupo de cambios de uso del suelo y silvicultura, para el que no se contabilizan emisiones brutas; sino captaciones netas de CO<sub>2</sub> (al ser captaciones aparecen con signo negativo). Estos datos corresponden a una primera estimación que actualmente se encuentra en un proceso de profunda revisión. En la parte superior de la Tabla 8 se muestran las emisiones en términos absolutos y en la parte inferior la evolución del índice respecto al año base para cada sector

SECTOR	Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Emisiones brutas totales (Gg CO <sub>2</sub> equivalente)													
Energía	216.943	216.943	224.356	234.037	224.576	233.166	244.816	232.346	251.636	259.502	283.915	296.516	295.177
Industria	24.803	22.561	21.405	20.124	18.580	22.321	24.743	24.953	26.687	27.420	29.586	30.698	27.850
Disolventes	1.330	1.330	1.350	1.347	1.274	1.311	1.355	1.442	1.523	1.636	1.674	1.707	1.628
Agricultura	37.374	37.374	37.181	36.905	35.601	37.537	36.777	40.262	39.590	40.943	41.923	43.643	42.988
Residuos	9.401	9.401	9.910	10.638	11.300	11.734	11.672	12.369	13.110	13.580	13.960	14.540	15.147
LULUCF	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252	-29.252
Índice anual respecto al año base (año base = 100)													
Energía	100,00	100,00	103,42	107,88	103,52	107,48	112,85	107,10	115,99	119,62	130,87	136,68	136,06
Industria	100,00	91,04	86,30	81,14	74,91	89,99	99,76	100,60	107,59	110,55	119,28	123,77	112,28
Disolventes	100,00	100,00	101,51	101,30	95,79	98,58	101,92	108,46	114,56	123,02	125,85	128,36	122,39
Agricultura	100,00	100,00	99,49	98,75	95,26	100,44	98,40	107,73	105,93	109,55	112,17	116,77	115,02
Residuos	100,00	100,00	105,41	113,15	120,19	124,81	124,15	131,57	139,45	144,45	148,49	154,66	161,11

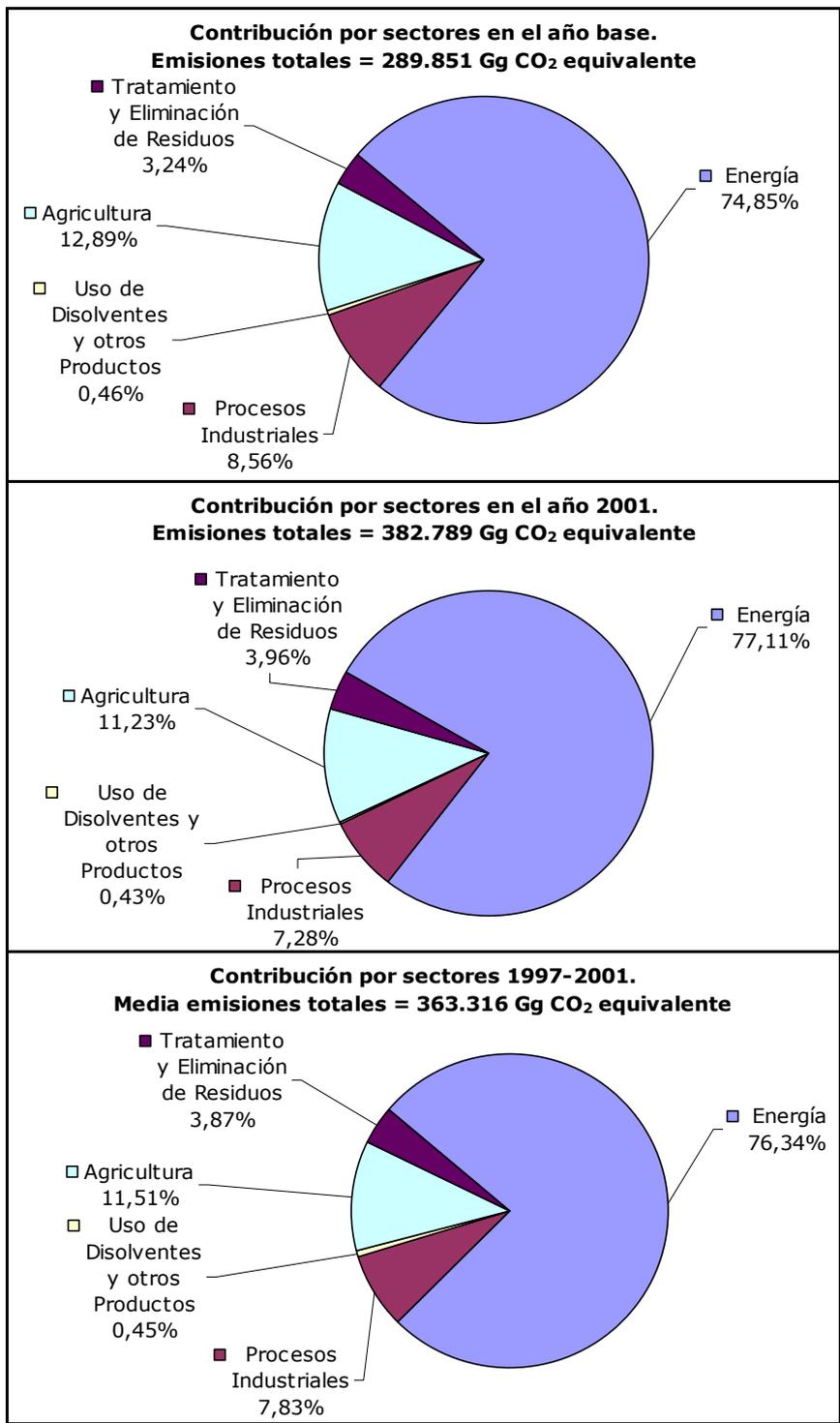
**Tabla 8.- Evolución de las emisiones para cada sector de actividad**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

considerado.

La Ilustración 14 (página 46) muestra la contribución a las emisiones totales de cada sector de actividad en el año base, en 2001 y en el periodo 1997-2001. Destaca la contribución dominante del grupo de la energía, con un peso entre el 75-77%. Debe tenerse en cuenta que este grupo recoge, además de las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles, las cuales son muy relevantes para determinados gases, tales como los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVNM) y el propio CH<sub>4</sub>. El peso preponderante del grupo de la energía corresponde al perfil típico de desagregación sectorial de las emisiones en los países de nuestro entorno.

En segundo lugar, aunque a gran distancia del grupo anterior, se sitúa la contribución del sector agrario, con cuotas entre el 11% y el 13%. El tercer grupo en importancia lo constituyen los procesos industriales, de naturaleza físico-química (con exclusión de las actividades de combustión

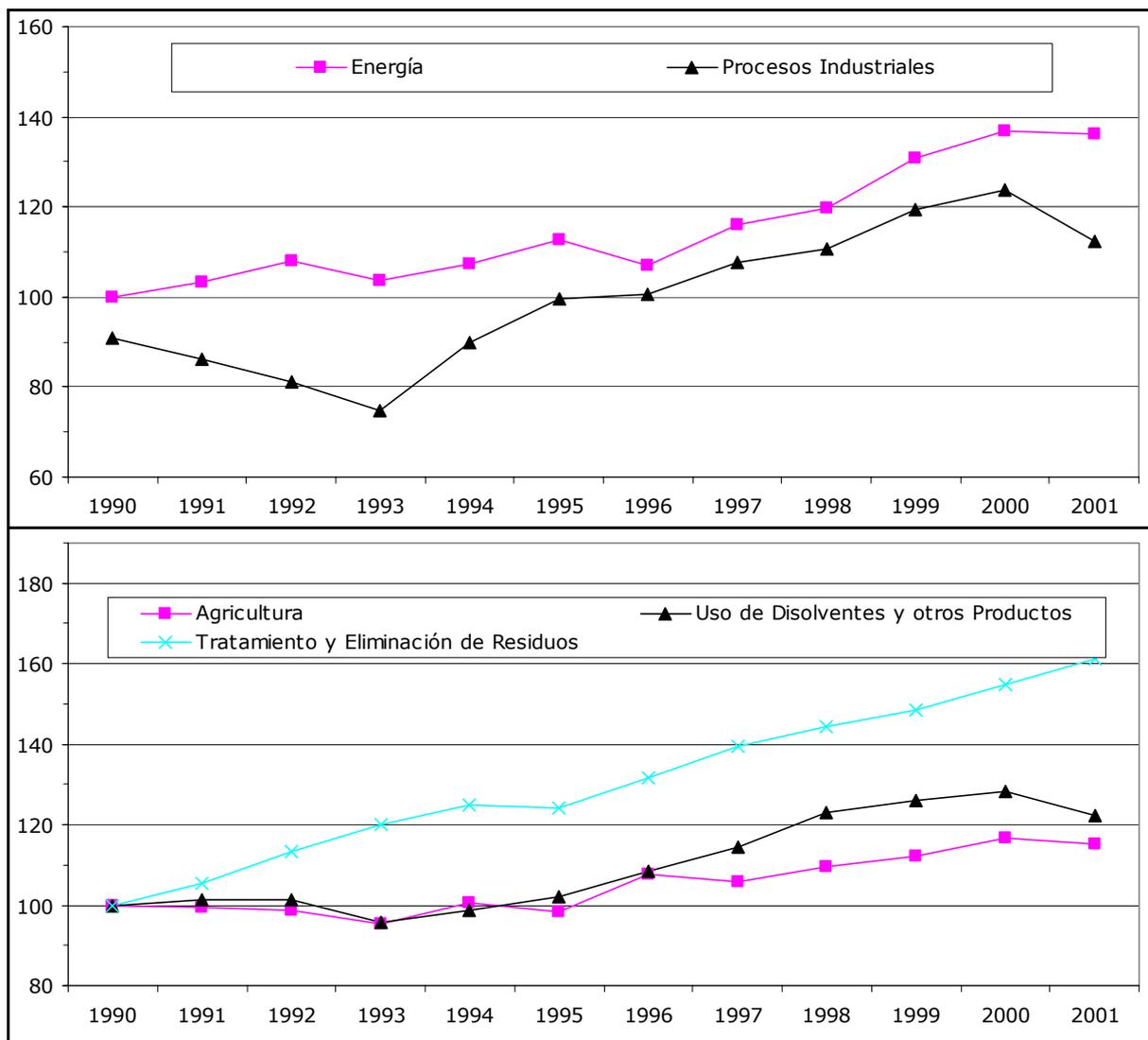


**Ilustración 14.- Contribución por sectores**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

que se recogen en el grupo energía), y cuya contribución se sitúa entre el 7,3% y el 8,6%. El sector de tratamiento y eliminación de residuos experimenta un leve crecimiento, pasando su contribución del 3,2% en el año base a cifras en torno al 3,9% en la media y en el último de los años del intervalo 1997-2001. Finalmente, queda por mencionar la contribución marginal y estable, 0,4-0,5%, del grupo uso de disolventes y otros productos, que está relativamente poco relacionado con los gases de efecto invernadero directo, pues su contribución esencial es la emisión de COVNM.

En la Ilustración 15 (página 47) se presentan los índices anuales respecto al año base, mostrándose en la parte superior los correspondientes a los sectores de energía y procesos industriales, y en la inferior los índices correspondientes a la agricultura y ganadería, al tratamiento y elimi-



**Ilustración 15.- Evolución del índice por sectores**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

nación de residuos, y al uso de disolventes y otros productos.

El sector energético reproduce en gran medida los perfiles anteriormente comentados del agregado de emisiones (Ilustración 11) y de CO<sub>2</sub> (Ilustración 13), lo que se justifica por la estrecha relación entre ambos. En el sector agrario se aprecia estabilidad en el periodo 1990-95, al que sigue el periodo 1997-2000 con un crecimiento sostenido y una ligera disminución en 2001. El sector de tratamiento y eliminación de residuos es el que muestra la tendencia al alza más intensa y uniforme a lo largo de todo el periodo 1990-2001. Por último, el sector de uso de disolventes y otros productos muestra, tras la fase estable de los años 1990-92, un incremento sostenido a lo largo de los años 1993-2000, y un retroceso de las emisiones en 2001. En todo caso, su muy reducido nivel absoluto lo hace poco influyente en la evolución del agregado.

En resumen, se pueden distinguir las evoluciones, por un lado, del grupo de la energía, que se sitúan en el año 2001 en torno al 36% por encima del año base; el grupo de tratamiento de residuos, que alcanza en dicho año un nivel superior al 61% 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 grupo de los procesos industriales con un incremento en torno al 12% respecto al año base, el sector agrario con un 15%, y el de uso de disolventes y otros productos, con un 22%.

#### 7.4 INVENTARIO DE EMISIONES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

En el Anexo B se recoge el inventario de emisiones por Comunidades Autónomas. Este inven-

tario se ha elaborado como desagregación de los datos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, con el criterio básico de la localización de las fuentes de emisión en cada Comunidad Autónoma.

## 8 EMISIONES EN PAÍSES ANEXO I

A continuación se hace una breve reseña acerca de la evolución<sup>4</sup> de las emisiones en los Esta-

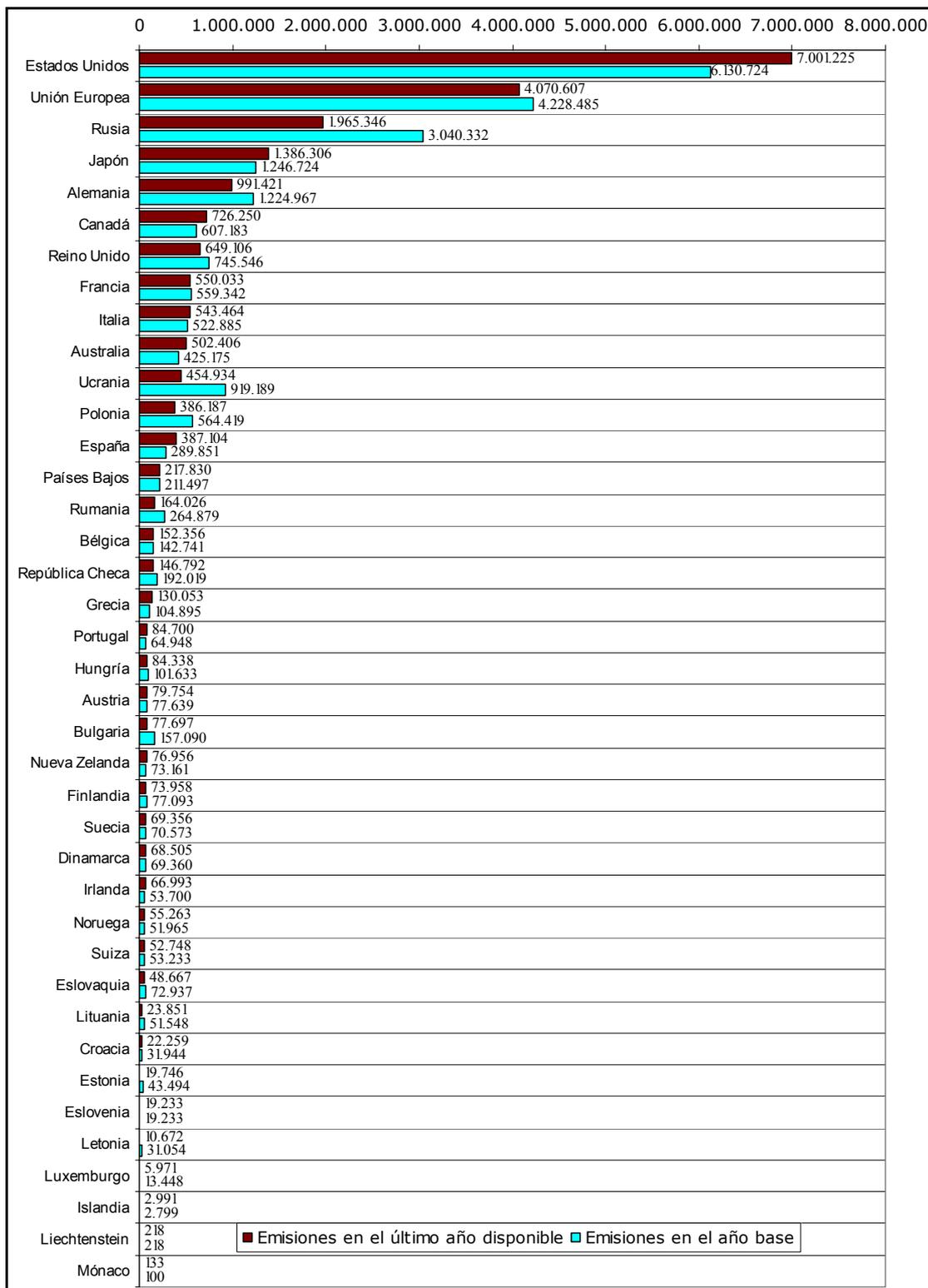
PAÍS	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	PK
Alemania	-0,2%	-4,6%	-8,9%	-10,5%	-12,3%	-12,6%	-11,5%	-14,4%	-16,2%	-18,9%	-19,1%	-21,0%
Australia	0,0%	0,2%	0,5%	1,1%	2,1%	4,6%	6,9%	9,4%	14,0%	15,5%	18,2%	8,0%
Austria	-0,3%	4,7%	-3,5%	-3,7%	-1,9%	1,2%	3,0%	4,7%	2,3%	2,7%	2,7%	-13,0%
Bélgica	0,0%	3,7%	3,0%	1,8%	4,6%	7,8%	9,4%	6,0%	8,3%	6,2%	6,7%	-7,5%
Bulgaria	0,0%	-26,4%	-34,0%	-35,0%	-41,1%	-37,6%	-35,1%	-42,8%	-48,2%	-50,5%	-50,5%	-8,0%
Canadá	0,0%	-1,2%	1,5%	1,9%	5,6%	8,3%	10,7%	12,3%	13,5%	15,8%	19,6%	-6,0%
Croacia	0,0%	-22,0%	-27,7%	-28,7%	-31,6%	-30,3%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	-30,3%	-5,0%
Dinamarca	0,0%	15,6%	6,1%	10,1%	15,6%	11,6%	31,1%	16,9%	9,5%	5,1%	-1,2%	-21,0%
Eslovaquia	0,0%	-11,9%	-18,3%	-24,0%	-28,1%	-25,6%	-25,9%	-25,8%	-27,6%	-29,4%	-33,3%	-8,0%
Eslovenia	0,0%	N.A.	0,0%	-8,0%								
España	-0,8%	1,5%	4,6%	0,5%	5,6%	10,2%	7,4%	14,7%	18,4%	28,0%	33,6%	15,0%
Estados Unidos	0,0%	-0,9%	1,0%	2,8%	5,0%	5,7%	8,8%	10,1%	10,2%	11,4%	14,2%	-7,0%
Estonia	0,0%	-6,7%	-31,2%	-46,0%	-43,7%	-48,8%	-46,1%	-45,6%	-50,6%	-54,8%	-54,6%	-8,0%
Finlandia	0,0%	-3,0%	-7,4%	-7,0%	0,9%	-2,5%	4,5%	3,0%	-0,3%	-1,2%	-4,1%	0,0%
Francia	0,0%	4,0%	2,1%	-1,9%	-2,6%	-0,8%	2,0%	0,3%	2,7%	-0,5%	-1,7%	0,0%
Grecia	0,0%	-0,1%	1,4%	1,9%	4,3%	5,3%	9,0%	14,0%	18,9%	18,0%	24,0%	25,0%
Hungría	0,0%	-13,5%	-22,2%	-22,3%	-24,1%	-23,3%	-22,1%	-24,4%	-17,7%	-14,8%	-17,0%	-6,0%
Irlanda	0,0%	1,1%	2,2%	1,8%	5,1%	7,3%	10,2%	15,1%	19,4%	22,7%	24,8%	13,0%
Islandia	0,0%	-4,8%	-5,5%	-3,6%	-5,2%	-2,6%	-0,1%	4,0%	6,2%	11,4%	6,9%	10,0%
Italia	-0,1%	0,0%	-0,6%	-3,0%	-4,3%	1,0%	-0,2%	0,6%	2,6%	3,2%	3,9%	-6,5%
Japón	0,0%	2,0%	3,3%	2,4%	8,0%	10,1%	11,1%	11,4%	8,6%	10,6%	11,2%	-6,0%
Letonia	0,0%	-19,8%	-34,1%	-45,8%	-50,6%	-56,7%	-59,1%	-61,4%	-60,9%	-63,3%	-65,6%	-8,0%
Liechtenstein	0,0%	N.A.	0,1%	0,1%	-8,0%							
Lituania	0,0%	N.A.	-53,7%	N.A.	-53,7%	-8,0%						
Luxemburgo	0,0%	N.A.	N.A.	N.A.	-5,8%	-24,0%	N.A.	N.A.	N.A.	-55,4%	-55,6%	-28,0%
Mónaco	0,0%	16,3%	23,1%	24,5%	26,9%	23,7%	29,4%	29,6%	25,3%	33,3%	32,9%	-8,0%
Noruega	0,0%	-4,7%	-7,9%	-4,0%	-0,3%	-0,6%	5,4%	5,8%	6,5%	7,8%	6,3%	1,0%
Nueva Zelanda	0,0%	-0,2%	1,1%	-0,4%	0,3%	0,6%	2,3%	3,7%	1,5%	4,3%	5,2%	0,0%
Países Bajos	-0,5%	4,7%	3,3%	4,3%	5,3%	5,7%	10,7%	5,9%	7,1%	3,0%	3,0%	-6,0%
Polonia	0,0%	-22,5%	-22,2%	-23,9%	-22,2%	-26,1%	-22,5%	-24,3%	-28,5%	-28,9%	-31,6%	-6,0%
Portugal	0,0%	2,8%	7,8%	5,7%	6,2%	12,9%	10,4%	13,6%	19,8%	31,8%	30,4%	27,0%
Reino Unido	-0,4%	-0,3%	-3,5%	-6,2%	-6,7%	-8,1%	-5,2%	-8,3%	-8,4%	-13,3%	-12,9%	-12,5%
República Checa	0,0%	-8,7%	-16,0%	-19,4%	-23,3%	-22,8%	-19,3%	-17,3%	-22,6%	-26,9%	-23,6%	-8,0%
Rumania	0,0%	-32,1%	-35,0%	-36,9%	-38,1%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	-38,1%	-8,0%
Rusia	0,0%	N.A.	N.A.	N.A.	-29,3%	-32,0%	-35,4%	N.A.	N.A.	N.A.	-35,4%	0,0%
Suecia	0,0%	0,5%	-2,0%	-2,0%	4,3%	3,1%	8,3%	1,2%	2,8%	-0,1%	-1,7%	4,0%
Suiza	0,0%	3,6%	2,9%	-1,7%	-3,1%	-1,4%	-0,6%	-1,8%	0,7%	0,7%	-0,9%	-8,0%
Ucrania	0,0%	-14,7%	-16,8%	-26,2%	-37,8%	-41,4%	-45,6%	-49,3%	-50,5%	N.A.	-50,5%	0,0%
Unión Europea	-0,2%	-0,3%	-2,7%	-4,7%	-4,3%	-3,2%	-1,7%	-3,2%	-2,7%	-4,1%	-3,7%	-8,0%

**Tabla 9.- Evolución de las emisiones en los Estados Parte del Anexo I**

(Fuente: Inventarios oficiales enviados a la CMCC y en base a la Decisión 1999/296/CE)

dos Parte del Anexo I de la CMCC. Se trata de los Estados que en el Protocolo de Kioto tienen un objetivo de limitación de las emisiones netas. La Tabla 9 (página 48) recoge la variación con respecto al año base de las emisiones totales de todos los Estados Parte del Anexo I. Como año base se toma 1990 para todos los Estados Parte, excepto para aquellos que han especificado lo contrario

<sup>4</sup> La Tabla 9 no tiene en cuenta los datos correspondientes al año 2001, pues en el momento de su elaboración la gran mayoría de países no ha hecho públicas las cifras de ese año.



**Ilustración 16.- Emisiones en el año base y último disponible en los Estados Parte del Anexo I**

(Fuente: Inventarios oficiales enviados a la CMCC y Decisión 1999/296/CE)

en sus inventarios.

La Ilustración 16 (página 49) compara las emisiones del año base y las del último año disponible. Las Partes se ordenan de forma decreciente por la cantidad de emisiones en el último año disponible.



## Capítulo 3.- El por qué y para qué de la Estrategia

### *La necesidad, oportunidad y objetivos de una estrategia de lucha contra las causas y efectos del cambio climático*

El vínculo entre Humanidad y medio ambiente conlleva una interacción recíproca entre ambas entidades, ya que no existe un medio ambiente independiente del Hombre, pues todos los organismos vivos modifican de alguna forma el entorno en el que viven y se desarrollan. Sin embargo, estas modificaciones también forman parte de la evolución del medio ambiente. Aunque esto es aplicable de modo general a todos los seres vivos, en el caso de la Humanidad hay que tener en cuenta que sus actividades sí pueden provocar cambios drásticos en el medio ambiente, y que en muchos casos se convierten en transformaciones definitivas que modifican y degradan el entorno natural.

A lo largo de la Historia las transformaciones provocadas por la especie humana han ido ocupando mayores extensiones del planeta, bien sea debido a procesos de urbanización, infraestructuras para el transporte, o mediante la tala indiscriminada de árboles y la roturación de tierras para su aprovechamiento agrícola, hasta alcanzar el momento presente en el que únicamente el 30% de todas las tierras permanece relativamente sin afectar. Las formas de explotación, utilización y conservación de los recursos naturales no sólo afectan profundamente al funcionamiento del sistema social y económico a nivel mundial; sino que impactan y alteran los sistemas ecológicos naturales, produciendo efectos y alteraciones; algunos positivos, otros negativos; unos reversibles, otros irreversibles; algunos temporales, otros de carácter más permanente; unos inmediatos, otros de larga gestación o maduración; visibles a veces, no fácilmente perceptibles la mayoría; pero muchas veces catastróficos.

El conflicto entre crecimiento -generalmente equiparable al aumento de población y al progresivo desarrollo económico de los asentamientos humanos- y medio ambiente es cada vez mayor. Toda concepción del desarrollo que proponga y oriente la actividad social y económica hacia determinados propósitos, ignorando el contexto ambiental del sistema social, llevará a un proceso de deterioro del medio ambiente que frustrará, a medio o largo plazo, los objetivos sociales y económicos de futuras generaciones. Por ello, tanto los factores ambientales como los económicos y sociales deben integrarse en el modelo de desarrollo sostenible. Se trata de practicar un concepto de desarrollo que implique un proceso de prosperidad armonioso con el medio ambiente; pero al mismo tiempo que necesariamente no sacrifique los objetivos sociales fundamentales -el primero de ellos, la vida-, lo que últimamente se ha definido como el desarrollo sostenible.

Tradicionalmente se ha distinguido entre recursos renovables y no renovables; pero esta clasificación debe manejarse con cuidado, pues desde un punto de vista preciso ningún recurso tiene el carácter de totalmente renovable. La capacidad de renovación del recurso depende de la forma en que se usa o cómo se ve afectada su existencia por el modo de explotación de otros recursos que interactúan con él en un mismo sistema.

El clima, o el sistema climático como ente más general, es un componente muy importante del medio ambiente que es interesante conocer, predecir su evolución y evitar modificar de forma incontrolable. Esta Estrategia de lucha frente a las causas y efectos del cambio climático debe sentar las bases para conseguir esos objetivos. Así como es muy difícil elaborar una estrategia, un programa o un plan sin tener muy claros sus objetivos, también resulta imposible llevarlos a la práctica si se desconoce con qué medios se cuenta para ello, cuál es la situación exacta de partida y qué condicionantes externos van a delimitar su implementación y desarrollo. En este sentido, un buen marco de referencia nacional debe facilitar la información que procure que los limitados medios disponibles se encaucen hacia los sectores y acciones realmente prioritarios para la sociedad.

El planteamiento básico del problema del cambio climático parte del hecho de la existencia de múltiples sectores sociales y económicos que pueden verse afectados, negativa o positivamente, así como de la posibilidad de adoptar diversas estrategias de respuesta frente a una misma situación. La puesta en marcha de medidas específicas vendrá determinada por las prioridades del país, independientemente de la bondad teórica de las propias medidas que se puedan adoptar. El que un país con unas determinadas condiciones sociales, económicas y climáticas, aborde y defienda ciertas estrategias de carácter científico, técnico, social, económico o político, no implica ni impide que

puedan ser desechadas por otros países cuyas condiciones de contorno así lo requieran. Para expresarlo con un sencillo símil, es de alguna forma un tratamiento personalizado frente a la misma enfermedad y los mismos síntomas, variando la respuesta solamente en función de las características propias y particulares del enfermo.

Sin embargo, no hay que perder de vista el objetivo a medio y largo plazo de la CMCC y su Protocolo de Kioto. Dado que las políticas respecto al cambio climático de los diversos países son diferentes, es obvio que la evolución de sus emisiones así lo refleje. El hecho de que unos países hayan abordado con antelación algunas políticas de reducción o limitación de las emisiones les ha permitido estar en mejores condiciones para el cumplimiento de sus compromisos, evitando el recurrir -de forma excesiva- a los instrumentos de flexibilidad que contempla el Protocolo como son los mecanismos. Esto es una razón adicional para reforzar el análisis de las implicaciones económicas a la hora de abordar la definición y puesta en marcha de una estrategia de lucha contra el cambio climático, priorizando las medidas de reducción o limitación de las emisiones a nivel doméstico frente a la utilización de los mecanismos, dado que los esfuerzos realizados antes y durante el primer período de compromiso, también serán efectivos en posteriores períodos, con los indudables beneficios sociales, económicos y ambientales que ello conlleva.

### 9 NECESIDAD Y OPORTUNIDAD

El cambio climático antropogénico plantea a los Gobiernos y la propia sociedad un conjunto de problemas de carácter multidisciplinar que precisan, tanto a escala nacional como internacional, directrices comunes y coordinación de esfuerzos. La demanda, cada vez más intensa y selectiva, a las Administraciones de información relativa al cambio climático y sus probables efectos, tanto beneficiosos como negativos, hace necesaria la vigilancia e investigación del clima, así como la adopción de medidas de respuesta.

A la vista de la situación expuesta, de la necesidad que se tiene de profundizar en el conocimiento del clima y su posible evolución, del carácter multidisciplinar de esta investigación, y de la diversidad y complejidad de las medidas a aplicar para luchar contra sus causas y efectos, se hace necesario elaborar una estrategia de ámbito nacional que recoja y englobe los distintos ámbitos de actuación que sería preciso atender para abordar los retos que en España plantea el cambio climá-

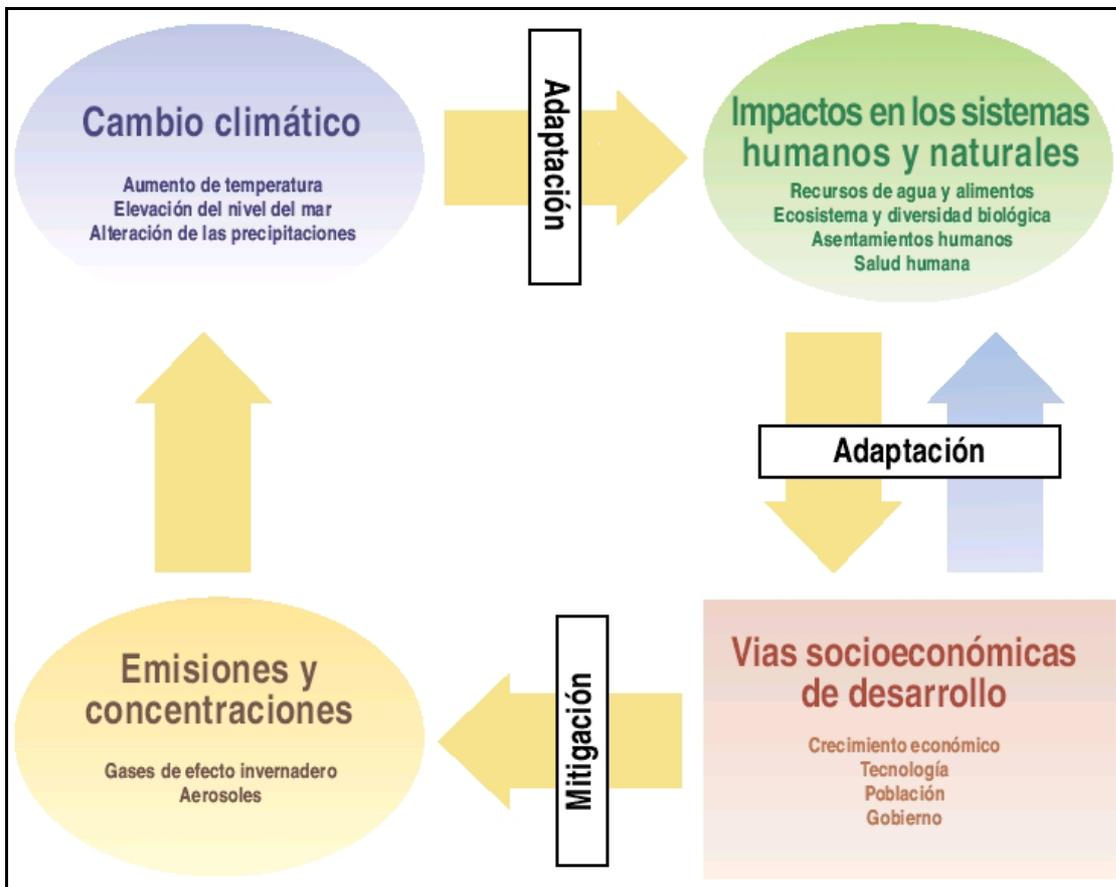


Ilustración 17.- Interacciones entre los sistemas naturales y económicos, y las actividades humanas

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

tico, así como para conseguir, en un período de tiempo razonable, estar en condiciones de asegurar el cumplimiento de los compromisos internacionales, y muy en particular los derivados de la ratificación del Protocolo de Kioto.

Básicamente, el análisis de un problema y sus posibles soluciones suele responder a un proceso de causa y efecto; sin embargo, en este caso el análisis retroactivo, partiendo de los efectos, es más revelador. Así, si se acuerda que el objetivo es la definición de una política ambiental nacional para luchar contra las causas y efectos del cambio climático, lo que se conoce como estrategias de respuesta -de limitación de las causas o de adaptación a sus efectos-, el análisis puede seguir los siguientes pasos (Ilustración 17, página 52):

- Antes de aprobar una medida o política, sobre todo las que no son rentables per se, es lógico que se pretenda conocer cuáles son sus efectos directos e indirectos sobre cada uno de los sectores involucrados, así como también el coste ambiental y económico de la inacción.
- La necesidad de optimar los recursos disponibles, y claramente la inversión económica, obliga a determinar en qué sector y actividad se obtiene un mayor rendimiento -desde el punto de vista de reducir el forzamiento radiativo- con la unidad de inversión económica. Es decir, con el mismo gasto y en ausencia de condicionantes externos, éste se debería dirigir al sector, actividad y gas que produzca mayor efecto de reducción en CO<sub>2</sub> equivalente.
- Para evaluar las estrategias de limitación o adaptación es indispensable conocer los impactos del cambio climático, tanto directos como indirectos, así como utilizar modelos y aplicaciones del conocimiento que se dispone del clima y su influencia mutua sobre los sistemas, de modo que la respuesta al problema -en forma de planificación sectorial- sea óptima.
- La aplicación de los conocimientos sobre el clima se fundamenta en el desarrollo de la climatología como ciencia aplicada y en el estudio de las interacciones entre las condiciones climáticas y los recursos naturales o gestionados.
- Los impactos del cambio climático no se pueden evaluar fiablemente si no se dispone de escenarios climáticos actualizados periódicamente y a escala regional, tanto para el Mediterráneo Occidental como el Atlántico Oriental Tropical.
- Los escenarios futuros del clima se derivan de modelos climáticos que incorporan un buen conocimiento de los subsistemas climáticos, las interrelaciones entre ellos y la parametrización de los procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos que los gobiernan. Su traslación a la escala regional puede realizarse mediante técnicas dinámicas, estadísticas y estadístico-dinámicas, lo que requiere disponer de un buen conocimiento de las características climáticas del territorio.
- La parametrización de los procesos en los modelos climáticos y el desarrollo de la climatología necesitan una base de datos fiable y normalizada, además de un sistema de observación sistemática que permita detectar los cambios y la variabilidad, así como seguir la evolución de los ecosistemas.

Como conclusión, de este proceso de retroalimentación se derivan los elementos básicos de la estrategia ambiental de lucha frente a las causas y efectos del cambio climático, ya que permite apreciar perfectamente la importancia y criticidad de cada elemento para la consecución del objetivo final: la definición de las estrategias de respuesta. Además, el conocimiento actual es suficiente para reclamar una actuación diligente en materia de cambio climático por parte de las Administraciones Públicas, que también involucre a todos los agentes afectados.

## 9.1 CONSIDERACIONES GENERALES

De este desglose analítico del problema que plantea el cambio climático y de la necesidad de establecer una estrategia nacional de respuesta, se deducen las siguientes consideraciones generales:

- En sí, el problema al que se enfrenta la sociedad no es la emisión de gases de efecto invernadero o el cambio climático que se deriva de ello; sino sus posibles efectos negativos sobre los ecosistemas naturales y los sistemas sociales y económicos. Los cambios en las condiciones climáticas de la Tierra se están produciendo desde el mismo momento de su creación; sin embargo, lo que en este caso es significativo es la rapidez e intensidad de dichos cambios, que impiden que los ecosistemas se adapten de forma natural, además de afectar de forma muy adversa a los seres humanos y sus bienes.
- La principal causa de estos cambios -la que reconocen la mayoría de los científicos- es la intensificación del efecto invernadero natural por el aumento de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero, consecuencia tanto del incremento de las emisiones de estos gases por la quema de combustibles fósiles y los procesos industriales, como por cambios en el uso de la tierra y otros procesos naturales o antropogénicos.
- Hasta la fecha los escenarios climáticos a escala regional no contienen el suficiente nivel de detalle y precisión que requerirían los científicos y técnicos sectoriales para el cálculo preciso

de impactos a escala regional o local; aunque está previsto que mejoren notablemente en los próximos años. Sin embargo, los escenarios globales y su extrapolación a escala regional son ya lo suficientemente rigurosos como para reconocer la gravedad de los potenciales efectos de un cambio climático sobre nuestro territorio.

- Los análisis que se realizan a nivel internacional sobre la cuestión del cambio climático se derivan de las particulares características del ciclo de vida de los gases radiativamente activos, con tiempos de vida superiores al medio siglo para la mayoría, lo que explica que las medidas de limitación que se adopten hoy no tengan un reflejo nítido en el sistema climático hasta pasado bastantes años o decenios; o lo que es lo mismo, ahora se empieza a sufrir los efectos de las emisiones producidas durante los dos últimos siglos.

## **10 LOS OBJETIVOS DE LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL**

Tras este breve análisis, en términos generales se puede observar que el problema del cambio climático es una cuestión muy compleja y claramente multidisciplinal, con horizontes temporales que pueden alcanzar el siglo; pero que requiere actuaciones urgentes de los Gobiernos para evitar que las posibles consecuencias sean excesivamente graves para la sociedad o algunos de los sectores de actividad. Según establecen los principales organismos y programas de carácter internacional que abordan el problema de la lucha frente a las causas y efectos del cambio climático, sus objetivos se pueden agrupar bajo los siguientes conceptos:

- Observaciones mundiales: fomentar la integración efectiva de los programas mundiales y regionales para la observación exhaustiva y fiable del estado del sistema Tierra, y apoyar los restantes objetivos mediante el intercambio internacional de estas observaciones.
- Servicios públicos, seguridad y bienestar: asegurar que la sociedad comprenda mejor el valor de los servicios básicos de información, predicción y aviso, y que estén mejor asistidos para sacar provecho de ellos.
- Atenuación de los desastres naturales: contribuir a los fines del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN) mediante la implantación de sistemas de detección y aviso, así como a la seguridad de la vida, y a la reducción de las repercusiones sociales y económicas de los desastres naturales.
- Servicios especializados: ayudar a atender las necesidades de los usuarios y prestar atención específica a la seguridad de los transportes; el suministro de alimentos, fibras y agua dulce; la planificación del uso de la tierra; y la producción y utilización de energía.
- Clima: garantizar una coordinación internacional efectiva en la vigilancia, investigación y aplicaciones climáticas, incluida la predicción del clima mundial.
- Calidad del medio ambiente: contribuir, mediante una vigilancia e investigación científicamente idóneas, a comprender, detener e invertir la degradación de la atmósfera y del medio marino e hídrico, y proporcionar avisos eficaces sobre emergencias ambientales y desastres inminentes.
- Desarrollo sostenible: contribuir, mediante dispositivos y programas de vigilancia, investigación y predicción, a un desarrollo ambiental y económico sostenible en todos los países.

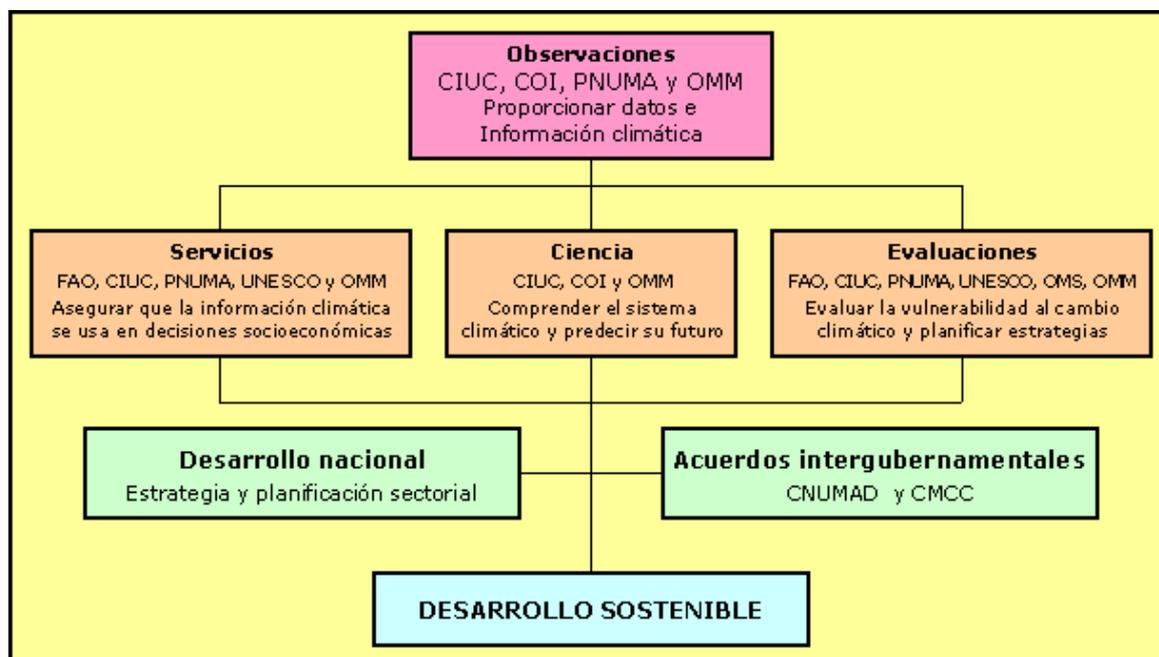
### **10.1 LA AGENDA PARA EL CLIMA**

A raíz de la CNUMAD, los organismos internacionales competentes en clima y cambio climático consideraron fundamental coordinar diversas actividades internacionales que desempeñan una función importante en la ampliación de los conocimientos y las evaluaciones de la información climática, por lo que tienen una profunda influencia en el tratamiento de los temas relacionados con el clima. Por tanto, y como respuesta a la demanda de datos y productos climáticos, así como a la necesidad de un mejor conocimiento del funcionamiento del sistema climático, los actuales programas internacionales relacionados con el clima incluyen elementos relativos a:

- Investigación para comprender el sistema terrestre, incluyendo los aspectos socioeconómicos, e intensificación de la capacidad de predicción de los cambios, tanto naturales como antropogénicos.
- Evaluación de los impactos para identificar y valorar los efectos del clima, su variabilidad y los cambios en los diversos sectores sociales y económicos, y por ende proporcionar la base para la determinación de la vulnerabilidad de estos sistemas e identificar las posibles estrategias de respuesta.
- Estrategias de respuesta para identificar el abanico de políticas de mitigación de las causas del cambio climático -es decir, de reducción o limitación de emisiones- y de adaptación a sus efectos, con el objeto de que sean consideradas por los políticos al efecto de la toma de decisiones.
- Desarrollo de aplicaciones y servicios para proporcionar ayuda práctica relacionada con las necesidades humanas.

- Observación y recolección de datos para soportar las actividades anteriores.

En consecuencia, las organizaciones internacionales involucradas en actividades relacionadas con el clima -OMM, PNUMA, UNESCO, FAO, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), COI y CIC, entre otras- prepararon en 1993 la denominada Agenda para el Clima



**Ilustración 18.- Implementación de la Agenda para el clima**

(Fuente: Organización Meteorológica Mundial)

(Ilustración 18, página 55), que describe el programa a seguir para coordinar la investigación científica y técnica, y así lograr una mayor integración de los esfuerzos optimando los recursos puestos a su disposición. La principal conclusión de ello es que las actividades internacionales y nacionales deben desarrollarse alrededor de cuatro núcleos de acción: nuevas fronteras en la ciencia y predicción del clima, servicios climatológicos para un desarrollo sostenible, evaluación de los impactos climáticos y de las estrategias de respuesta para reducir la vulnerabilidad de los sistemas, y observaciones especializadas del sistema climático.

### 10.1.1 Nuevas fronteras en la ciencia y predicción del clima

El objetivo es mejorar la capacidad de simular los climas pasados, presentes y futuros, incluyendo la influencia de las actividades humanas, para las resoluciones espaciales y temporales de interés para los Gobiernos. Este propósito parte de la necesidad de reducir las incertidumbres de las predicciones de la magnitud, distribución regional y temporal del cambio climático; así como de la detección de los propios cambios. Esto se debe llevar a cabo mediante las siguientes actividades:

- Desarrollar la capacidad de predecir el clima.
- Mejorar la comprensión de las interacciones e influencias biológicas y químicas en la composición atmosférica y el clima.
- Mejorar la comprensión de la variabilidad natural y de los procesos físicos que controlan el sistema climático.
- Comprender los climas del pasado.
- Comprender las influencias de las actividades humanas en el sistema climático.
- Desarrollar, a nivel mundial, la capacidad científica para la comprensión y resolución de los problemas que plantean los cambios en el sistema climático.
- Establecer redes nacionales, regionales y globales de centros de investigación.

### 10.1.2 Servicios climatológicos para el desarrollo sostenible

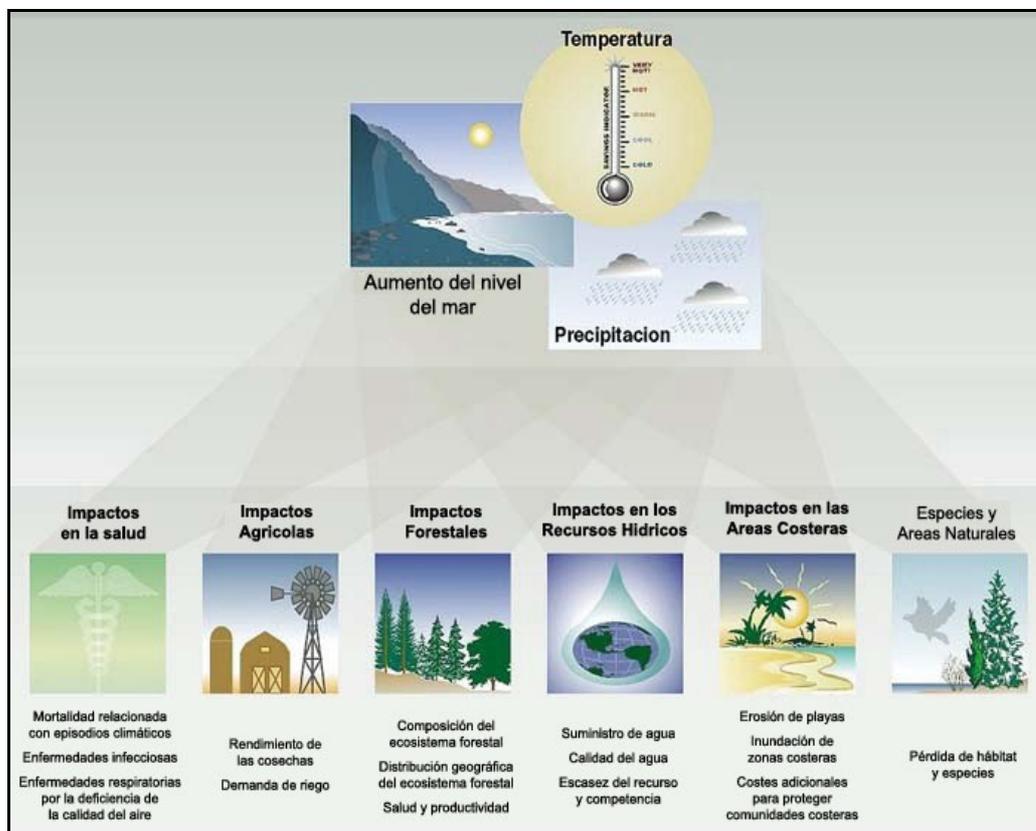
El propósito fundamental es la introducción de la información y predicción climáticas en los procesos de decisión sobre la gestión de los sistemas sociales y económicos. Esta área cubre muchos de los aspectos abordados por la Agenda 21, ya que en particular pretende incrementar la preparación de las sociedades ante la sequía y la desertización, el ascenso del nivel del mar, la agricultura sostenible, etc., a través de redes y centros de servicios climatológicos. Esto se lograría con:

- Proporcionar escenarios climáticos futuros, y evaluar las tendencias de las variables climáticas.

- Establecer redes nacionales, regionales y globales de servicios climatológicos.
- Proporcionar asistencia para enfrentarse a los fenómenos climáticos extremos y otros relacionados con el clima, especialmente la sequía y la desertización.

### 10.1.3 Evaluación de impactos climáticos y estrategias de adaptación

La intención de esta área es identificar los medios mediante los cuales los países pueden redu-



**Ilustración 19.- Impactos del cambio climático**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

cir la vulnerabilidad de los sistemas económicos y sociales frente al clima y sus variaciones (Ilustración 19, página 56), tanto naturales como antropogénicas. Para ello, se debe:

- Identificar las implicaciones ambientales y socioeconómicas de la variabilidad natural del clima y el cambio climático.
- Identificar posibles estrategias de respuesta para reducir la vulnerabilidad de dichos sistemas frente a los cambios.
- Desarrollar y distribuir metodologías óptimas, incluyendo las bases de datos necesarias, para la evaluación de los impactos climáticos y las estrategias de respuesta.
- Establecer una red coordinada, tanto a nivel nacional como regional, de los programas relativos a los impactos climáticos y estrategias de respuesta.

### 10.1.4 Observaciones especializadas del sistema climático

El objetivo es disponer de un sistema operacional que proporcione observaciones climáticas de forma sistemática para la vigilancia del sistema climático, incluyendo los impactos sobre los sistemas y sus respuestas, la detección del cambio climático, así como para la investigación, modelización y predicción. Para ello se deben cubrir las siguientes actividades:

- Diseñar un sistema operacional y efectivo de observación del sistema climático.
- Establecer, gestionar y coordinar un sistema inicial operacional a través de la integración y refuerzo de los componentes de observación ya existentes.
- Desarrollar nuevos componentes para conseguir un sistema de observación completo que cubra los requisitos futuros.

## 11 ESTRATEGIA DE LUCHA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

A la vista de las consideraciones ya expresadas, tanto científicas como sociales o económicas, en España es urgente definir una Estrategia de lucha frente a las causas y efectos del cambio cli-

mático y de cumplimiento del Protocolo de Kioto que permita -mediante la instrumentación e implementación de los planes sectoriales pertinentes- dar respuesta y soluciones a todas las cuestiones que puedan surgir. Algunos de los países más desarrollados disponen ya de una estrategia de características similares, además de que empiezan a adoptar medidas relevantes -integradas en planes nacionales- para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y paliar los efectos que produce sobre el sistema social y económico el aumento de su concentración atmosférica.

### 11.1 DEFINICIÓN

Los objetivos general y específicos que se definen en el siguiente apartado quedan englobados y se derivan del Artículo 3 del Real Decreto 1188/2001, que regula las funciones del Consejo Nacional del Clima, donde se define la Estrategia en los siguientes términos: "la estrategia española frente al cambio climático es el instrumento planificador necesario para que las Administraciones Públicas y demás entes públicos y privados interesados dispongan de un marco de referencia en el que queden definidos todos los ámbitos y áreas sectoriales en los que sea preciso adoptar políticas y medidas para mitigar el cambio climático, paliar los efectos adversos del mismo y hacer posible el cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos por España en esta materia".

### 11.2 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

En consecuencia, una Estrategia nacional de lucha frente a las causas y efectos del cambio climático debe tener como objetivo general el contribuir eficazmente al cumplimiento, por parte de España, de los compromisos derivados del Protocolo de Kioto, y en concreto el relativo a la limitación del crecimiento de las emisiones netas de gases de efecto invernadero al 15% durante el primer período de compromiso con respecto al año base, realizando esfuerzos equivalentes en todos los gases, sectores y actividades contemplados. Así mismo, este objetivo general debe ser complementado con los siguientes objetivos más específicos:

- La participación de las instituciones gubernamentales pertinentes, las Universidades y centros de investigación, las organizaciones privadas y el público en general, en el análisis y evaluación de los impactos del cambio climático.
- La formulación de propuestas sobre las medidas a adoptar por las Administraciones Públicas y los agentes implicados para limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores y actividades, así como aumentar la captación por los sumideros.
- La propuesta de las medidas más adecuadas para que cada área sectorial en la que sea preciso adoptar medidas para mitigar el cambio climático, alcance las cuotas de reducción o limitación de emisiones que le corresponda en los plazos establecidos.
- El establecimiento de sistemas de evaluación periódica de los efectos de las medidas adoptadas y del cumplimiento de los programas y compromisos adquiridos a nivel nacional e internacional.
- La evaluación permanente de los conocimientos que se tienen sobre el clima y las repercusiones ambientales de la variabilidad y el cambio climáticos en España.
- La disponibilidad pública de los datos sobre los aspectos científicos, técnicos y socioeconómicos del cambio climático, así como los resultados de los estudios y proyectos. A tal efecto se deberán definir y establecer los métodos y medios necesarios para asegurar la adecuada disponibilidad en tiempo y forma de la citada información. Todo ello deberá realizarse sin menoscabo de lo contemplado en la legislación internacional y nacional a este respecto.
- El incremento de la capacidad de los ciudadanos, gracias al adecuado suministro de datos, educación, formación profesional y sensibilización, para abordar adecuadamente los problemas relacionados con el clima.
- El incremento de la capacidad operativa de las Administraciones Públicas mediante el fortalecimiento de los recursos económicos, técnicos y humanos, precisos para la implementación de las medidas de lucha frente al cambio climático que se adopten en el desarrollo de la presente Estrategia.

Todo esto debe encaminarse hacia el logro del objetivo de la Convención: la estabilización de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero. Para conocer sus implicaciones, el IPCC estudió los perfiles temporales de emisión -a escala global- necesarios para estabilizar la concentración atmosférica en diversos niveles, desde 450 ppm hasta 1.000 ppm. En todos sería necesario que las emisiones antropogénicas mundiales disminuyeran a valores inferiores a los de 1990 en el plazo de pocos decenios o un siglo, y que en adelante siguieran disminuyendo de forma constante<sup>18</sup>, hasta que las emisiones globales igualen la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> en esas fechas

<sup>18</sup> El IPCC estima que para lograr la estabilización a 450 ppm, las emisiones globales deberían ser el 65% en el 2050 y el 30% en el 2100 (la referencia es 1990); mientras que para la estabilización a 1.000 ppm podrían ser el 170% y el 175%, respectivamente. Sin embargo, el margen de error sería del  $\pm 15\%$  y  $\pm 60\%$ , respectivamente, para el 2100.

por parte de los sumideros terrestres y oceánicos naturales.

### 11.3 ESTRUCTURA Y ÁREAS DE ACTIVIDAD

Con el objeto de estructurar la Estrategia se ha considerado más útil distinguir cuatro áreas de



**Ilustración 20.- Áreas de actividad de la Estrategia**

actuación (Ilustración 20, página 58), que constituyen la columna vertebral de las posibles acciones a desarrollar:

- Comprender el problema: datos de índole climática; conocimiento y vigilancia del clima, y detección del cambio climático; y modelización, escenarios y proyecciones del clima futuro.
- Combatir las causas del cambio climático: como acción prioritaria políticas sectoriales para reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, y aumentar su captación por los sumideros, siempre que estas medidas contribuyan también a la conservación de la biodiversidad y al uso sostenible de los recursos naturales.
- Minimizar los efectos del cambio climático: aplicación del conocimiento del clima, sensibilidad y vulnerabilidad de los sistemas naturales; aplicación del conocimiento del clima, sensibilidad, vulnerabilidad y estrategias de adaptación en los sistemas socioeconómicos; y prevención contra los desastres naturales.
- Establecer las bases institucionales para el cumplimiento de los acuerdos internacionales: Sistema Nacional de Control; mecanismos de flexibilidad; financiación y colaboración con países en desarrollo; fomento de la investigación; participación, información, formación y sensibilización pública; y seguimiento de la Estrategia.

Las dos primeras áreas de actuación se corresponden principalmente con actividades de investigación: recopilación de datos e información climática, su análisis, estudio y aplicación a los principales sectores sociales y económicos, así como la modelización de los procesos climáticos y la evaluación de los impactos del cambio climático. Las tres últimas áreas -la segunda se incluye en los dos grupos- contienen las medidas genéricas y concretas que se proponen en cada uno de los sectores de la actividad humana.

La primera está dirigida al conocimiento detallado del clima y los procesos que se producen dentro del sistema climático. Las dos siguientes tienen como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos con la primera, junto con la información de cada sector de la economía, para mejorar la gestión de los diferentes recursos en los que tiene influencia el clima, anticipar las consecuencias de las posibles variaciones climáticas, reducir los daños provocados por los desastres naturales, y plantear las estrategias de respuesta adecuadas que se encaminen a hacer frente a los impactos negativos de un cambio climático y a limitar el crecimiento del balance neto de emisiones de gases de efecto invernadero. Por último se propone una área de actuación que permita definir y poner en marcha los medios dirigidos al cumplimiento de los compromisos derivados de los acuerdos inter-

nacionales sobre el clima y el cambio climático.

La clasificación de actividades que se presenta en esta Estrategia pretende agrupar en una misma área de actuación aquéllas que son complementarias y forman parte de un mismo proceso. A su vez, y para diferenciar los diversos componentes de cada área, éstas se han dividido en catorce apartados. Su ordenación no responde a un criterio de prioridades o carencias; pero sí establece claramente las actividades cuyo desarrollo es fundamental para la obtención de resultados en las restantes áreas, por lo que deberían recibir una mayor atención, al menos durante las primeras fases de desarrollo.



## Capítulo 4.- Comprender el problema

### *Datos, estudios y modelos necesarios para el desarrollo de las actividades sectoriales*

Respecto a las áreas de este capítulo, la comprensión de los procesos que se producen en el sistema climático se debe basar tanto en la observación de esos procesos a través de la determinación de los valores de los elementos del sistema climático, como en la interpretación física de los fenómenos que se producen. La observación y vigilancia de los procesos sugieren las hipótesis explicativas de los fenómenos que ocurren, y la adaptación y simulación con modelos físico matemáticos proporcionan los métodos de interpretación y verificación.

#### **12 DATOS DE ÍNDOLE CLIMÁTICA**

Los datos constituyen la primera necesidad cuando se emprende cualquier investigación o estudio sobre el clima, su evolución y los impactos de un posible cambio climático.

La mejora del Sistema de Observación del Clima es una prioridad de los diferentes Programas mundiales sobre cambio climático y del VI Programa Marco de Investigación de la Unión Europea. De hecho los sistemas de observación global del cambio climático es una de las subáreas del Área de Cambio Global y Ecosistemas de dicho Programa Marco. Muchas de las principales incertidumbres relacionadas con el conocimiento del clima y de su evolución, así como de la detección del cambio climático y de sus posibles efectos solamente podrán ser solventadas mediante una observación más detallada y precisa de determinados parámetros y variables que definen las características del sistema climático.

Por ello, la observación sistemática es también una prioridad y uno de los elementos claves para asegurar los compromisos de la Convención y del Protocolo de Kioto. Así, la CMCC en su Artículo 5.b establece que, para llevar a cabo los compromisos, las Partes "apoyarán y desarrollarán aún más, según proceda, los programas y redes u organizaciones internacionales e intergubernamentales, que tengan por objeto definir, realizar, evaluar o financiar actividades de investigación, recopilación de datos y observación sistemática". Con carácter general, en todas las reuniones de la Conferencia de las Partes, a través de los informes elaborados por el Secretariado del SMOC, se analiza su situación en dicho momento y se adoptan las medidas oportunas con objeto de mantener una mejora permanente. Entre una de estas medidas tomadas, cabe citar la adoptada por la CdP relativa al compromiso de las Partes del Anexo I de realizar, junto con su Comunicación Nacional, un informe detallado sobre las actividades que desarrollan a nivel nacional en relación con la observación sistemática.

En consecuencia, el establecer un programa nacional de observación sistemática debe ser un objetivo básico e ineludible de esta Estrategia, por una doble razón: para disponer de los datos climáticos que España necesita para el conocimiento del clima y sus cambios y los efectos de dicho cambio; y para cumplir con los compromisos que España, como Estado Miembro, tiene en los diferentes Organismos y Programas Internacionales.

Este programa nacional de observación sistemática del clima debe contemplar como elementos básicos no solo la obtención de los datos y el establecimiento de diferentes redes operativas de observación, sino además debe contener un banco nacional de datos, a fin de que estén disponibles los datos para los diferentes usuarios y la comunidad científica, para la realización de los estudios e investigaciones necesarias.

En consecuencia, los dos temas que se van a considerar dentro de esta área de actuación para cubrir los objetivos estratégicos citados anteriormente son:

- Obtención de los datos y establecimiento de redes
- Banco nacional de datos: archivo y recuperación de los datos

#### **12.1 OBTENCIÓN DE LOS DATOS Y ESTABLECIMIENTO DE REDES**

Hoy en día la cantidad de información que se puede obtener con los modernos métodos de observación, en especial de la teledetección, sobrepasa la capacidad de gestionarla y mucha de la información que es posible obtener es redundante o de utilidad relativa para los fines climatológicos, así como una gran parte de la ya obtenida es de calidad mediocre. Por otra parte, hay datos impor-

tantes que interesa obtener y no se hace todavía, o se obtienen de forma que son poco utilizables y/o escasamente fiables.

Los datos procedentes de los satélites meteorológicos y de observación de la Tierra, así como los productos derivados que de ellos pueden derivarse, va a ser sin duda en los próximos años uno de los principales elementos para lograr avances muy significativos en el conocimiento del clima y el cambio climático. Desde la observación por los satélites se pueden extraer datos y productos, a nivel global y operativo, con una gran resolución espacial y temporal, tales como perfiles verticales de las variables y componentes atmosféricas, contenido de ozono y de aerosoles, balances energéticos, nubosidad, nieblas, albedo, temperatura superficial terrestre y marina, oleaje, régimen de precipitaciones, índices de vegetación-deforestación, etc.

Todo esto conlleva la necesidad de establecer criterios para decidir qué información interesa obtener y almacenar, y cómo lograrlo. Con ello se podría cumplir el objetivo de disponer de bancos de datos de índole climática que reunieran las características de completos, fiables y accesibles.

El proceso para la obtención de los datos incluye tanto la definición y puesta en marcha de diferentes redes y sistemas de observación, como el establecimiento de un sistema de integración de los datos. El objetivo de ambos elementos sería la creación de unos bancos de datos que tuvieran los datos organizados de acuerdo con su procedencia, con las variables que se vayan a medir y con las normas de calidad que se establezcan. En definitiva, se trata de disponer de datos manejables y con la garantía de que son necesarios: lo son todos los que están, y están todos los que lo son.

Tanto para la obtención de datos como para su gestión es conveniente clasificar los datos en dos grandes grupos: datos brutos y datos elaborados. Por dato bruto se entiende aquél asimilable a una observación (medida de una variable física, química, biológica, geológica, etc.) que ha superado ciertos controles de calidad. Los datos brutos se obtienen fundamentalmente a través de redes de observación normalizadas y permanentes; aunque también pueden obtenerse como medidas directas de elementos climáticos en campañas diseñadas para estudios específicos. El dato elaborado es el que se ha obtenido a partir de datos brutos, o de otros datos elaborados, mediante técnicas que incluyan, por ejemplo, hipótesis físico-matemáticas para su integración espacial y/o temporal, etc.

Para diseñar la estrategia nacional adecuada para la observación del sistema climático es conveniente especificar las variables que se van a medir, la precisión y resolución que se requiere en la medida para cada parámetro, así como definir el conjunto de redes y sistemas necesarios, incluyendo la red de referencia. Para ello, hay que distinguir entre cuatro tipos de programas de observación, según el fin al que se destinan los datos: conocimiento general de las variables climáticas, estudios sobre procesos específicos, vigilancia y seguimiento del clima a largo plazo, las aplicaciones climatológicas y el cálculo de los impactos de un posible cambio climático. Estos programas deben basarse en los siguientes sistemas y redes de observaciones:

- Meteorológicas a nivel del suelo: estaciones para la vigilancia nacional del clima, estaciones con difusión internacional, estaciones de referencia, etc.
- Meteorológicas en altura: estaciones de radiosondas, estaciones de sondeos desde buques, perfiladores, etc.
- Componentes atmosféricos: gases de efecto invernadero, ozono troposférico y estratosférico, aerosoles, etc.
- Ecológicas: fenología, cambios de biomasa, tipos de vegetación, usos de suelos, distribución de incendios, cambios de usos de suelo, paleoclima, etc.
- Terrestres: hidrología, hielos, radiación, flujos de carbono.
- Oceanográficas: nivel del mar, oleaje, circulación oceánica, temperatura en la superficie de los océanos, variables meteorológicas, flujos de carbono, flujos de energía, etc.
- Teledetección terrestre -radares meteorológicos y detectores de rayos- y espacial -satélites meteorológicos y de observación de la Tierra-.

Finalmente, resaltar que, dado que la observación climática y la obtención de datos es una actividad en la que muchos sectores científicos, sociales y económicos están interesados, cualquier actividad de diseño, establecimiento o mejora de las redes de observación deberá ser coordinada con todas las partes involucradas. En particular, y siempre con el asesoramiento técnico de los expertos y climatólogos, la participación de las Comunidades Autónomas es fundamental para establecer los requerimientos previos, para diseñar las redes y optimizar la gran cantidad de recursos que es necesario dedicar e invertir. Estas tareas de coordinación entre los técnicos y los usuarios, además, permitirá evitar una duplicación de esfuerzos.

## 12.2 BANCO DE DATOS: ARCHIVO Y RECUPERACIÓN DE DATOS

El volumen de datos de incidencia climatológica de interés es tan amplio que es necesario establecer un sistema que permita no sólo su almacenamiento, archivo y recuperación por medios in-

formáticos, sino que además garantice su disponibilidad del modo más conveniente para su posterior proceso y en los formatos y soportes más adecuados para todos los usuarios, tanto para publicaciones y estudios climáticos como para su uso en la modelización.

Por tanto, es conveniente la creación de una estructura -banco nacional de datos- que contenga todos los datos que se refieren al sistema climático, de forma que quede claro qué datos existen, dónde están almacenados, cómo fueron obtenidos, qué calidad tienen, y cómo se puede acceder a ellos. Con ello, se pretende que los datos estén organizados, clasificados y bien documentados, y que éstos sean fiables y fácilmente accesibles. Para lograrlo, los datos deben depurarse según los procedimientos que se establezcan, de forma que la información que se archive tenga suficientes garantías de fiabilidad, cuyo grado deberá acompañar a cada dato mediante un índice o clave.

Además, con el objeto de facilitar el tratamiento de los datos de interés climático, tanto para estudios e investigaciones como para el desarrollo de aplicaciones, debe diseñarse un sistema de referencia de los métodos y técnicas de tratamiento de los datos, de forma que el sistema de información climatológica incluya las herramientas utilizadas en la generación de los datos elaborados y las recomendadas para la obtención de los parámetros climáticos y su descripción espacio-temporal.

La conveniencia de disponer de uno o varios bancos de datos debe ser una mera cuestión de facilidad y comodidad en su gestión, aunque en cualquiera de las soluciones que se adopte deberá asegurarse la adecuada interconexión, la integridad de los diferentes bancos y la mayor simplicidad posible para el acceso de datos por parte de los usuarios.

### 12.3 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Las líneas de acción más prioritarias de las que deben orientarse las actividades dirigidas a lograr que España se disponga de los datos necesario para poder realizar los estudios sobre el clima y sus cambios son:

- Definir los datos de los distintos componentes del sistema climático, incluyendo sus características, que debería contener el Sistema Nacional de Observación del Clima que España requiere para cubrir las necesidades respecto al conocimiento del clima y la detección y vigilancia del cambio climático. Además de los datos que proporcionan los sistemas de observación de las redes terrestres, se deben incluir también los datos obtenidos por los satélites de observación de la Tierra, datos sobre la concentración de los GEI y gases contaminantes, y datos paleoclimáticos.
- Definir y desarrollar el Sistema Nacional de Observación del Clima, que contemple de forma integrada las diferentes redes y sistemas, así como los elementos necesarios para la transmisión y recogida de datos, y otras infraestructuras necesarias.
- Establecer la ejecución de un Plan Nacional de Observación del Clima que permita la puesta en operación de forma progresiva por fases del Sistema Nacional. En la primera fase se debería garantizar la posible mejora y operatividad de todos los componentes actualmente existentes (redes, sistemas, etc.) y la resolución de las deficiencias más críticas que se encuentren.
- Establecer los sistemas y métodos de observación normalizados, evaluando la calidad de los datos que puedan obtenerse con aquellos sistemas o procedimientos que no estén normalizados o aceptados; así como definir las rutinas de calibración de los equipos de medida y los patrones nacionales. Todo ello deberá realizarse siguiendo las recomendaciones de los organismos internacionales, y especialmente de acuerdo a los principios establecidos por el Sistema Mundial de Observación del Clima.
- Definir la estructura y contenidos de los diferentes bancos de datos y las herramientas necesarias que permitan no sólo su almacenamiento, archivo y recuperación, sino que además garantice su disponibilidad en los formatos y soportes adecuados para su posterior utilización por los usuarios.
- Establecer los medios y herramientas necesarias para asegurar la adecuada interconexión, la integridad de los diferentes bancos y que el acceso a los datos se realice a través de procedimientos sencillos y lo más ágiles posibles.
- Crear los bancos de datos, o modificarlos si ya existen, siguiendo las directrices que establezcan los expertos y siguiendo las recomendaciones de los programas internacionales. Ampliar y coordinar los bancos de datos de posible incidencia climatológica, así como los de contenido geocartográfico y administrativo actualmente existentes.

Finalmente señalar que en el Anexo A se especifican una serie de medidas e instrumentos más detallados, relativos a los epígrafes de este apartado.

## 13 CONOCIMIENTO Y VIGILANCIA DEL CLIMA, Y DETECCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En esta área de actuación se pretende analizar y describir los climas presentes y pasados de España de la forma más ajustada posible, además de establecer un seguimiento de su variabilidad y evolución en el tiempo, pues cuanto más detallado y exacto sea el conocimiento del estado climático actual y pasado mejor será la información disponible para la planificación de los sectores influenciados por el clima, y el conocimiento sobre las proyecciones del clima en el futuro.

El estudio y análisis continuado del clima en el presente es el lazo de unión del conocimiento de los climas de la Tierra en el pasado y las proyecciones de cómo será el clima en un futuro inmediato. En tal sentido, la vigilancia climática sitúa los hechos climáticos del presente en una perspectiva histórica, los valora en términos de la variabilidad climática mejorando la detección del posible cambio climático, y permite calibrar y contrastar las estimaciones que proporcionan los modelos climáticos sobre las variables vigiladas.

El análisis y descripción del clima, el estudio de su evolución y variabilidad, así como la detección y vigilancia del cambio climático exigen:

- Analizar con detalle las series temporales de los elementos climáticos y los valores de datos indirectos de variables relacionadas con el clima.
- Establecer métodos para realizar de una forma sistemática, y en las diferentes escalas espaciales y temporales, la síntesis de los conocimientos en forma de atlas climatológicos, etc..
- Llevar a cabo estudios para conocer la evolución del clima en el pasado y su relación con los factores ambientales.
- Determinar no sólo los valores medios que representan el clima de un lugar, sino los intervalos en los que oscilan las variables que describen el clima y la frecuencia con que se producen los fenómenos extremos.
- Vigilar la evolución del clima, estableciendo su seguimiento de forma que permita detectar con prontitud cualquier tipo de cambio.

### 13.1 MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y OBJETIVOS

Una vez obtenidos los datos, los métodos estadísticos y objetivos constituyen el instrumento básico para su tratamiento y su aplicación abarca todas las partes de la climatología, desde cuestiones básicas como la homogeneidad de los datos, pasando por la cuestión clave hoy en día de la detección del cambio climático, hasta el problema de la validación de los modelos. Resulta pues claro que un impulso en este terreno tendrá favorables repercusiones en los demás.

El gran interés de estos métodos es debido no sólo a su capacidad de condensar la información de modo que ésta resulte manejable y comprensible, sino a que permiten profundizar en el conocimiento de la estructura e interrelaciones del fenómeno estudiado, que pueden conducir al establecimiento de relaciones causa-efecto. Los métodos estadísticos proporcionan soluciones óptimas a la hora de describir la situación climática sin más información que la de los datos y los propios métodos, sin necesidad de introducir hipótesis físicas adicionales.

Los temas que se pueden abordar en este campo son muy numerosos. Así por ejemplo:

- Las cuestiones relativas a la homogeneidad de los datos y al relleno de lagunas tienen ya una larga tradición en climatología; sin embargo su interés no ha disminuido en absoluto.
- Las técnicas relacionadas con los valores extremos tienen una gran significación, para múltiples aplicaciones.
- Los métodos para detectar fluctuaciones y tendencias constituyen otra herramienta básica para el estudio del clima, y su importancia se ha visto resaltada con la preocupación por el cambio climático.
- Los métodos de interpolación y trazado de isóneas se aplican en la elaboración de mapas de variables climáticas, y el cálculo de valores en puntos de rejilla es indispensable para la modelización del clima.
- Dada la amplia posibilidad de datos que es posible obtener sobre una misma variable, la integración espacio-temporal, mediante métodos estadísticos objetivos, de la información climática de diversas fuentes está cobrando un gran auge. Estas técnicas integran la información de fuentes puntuales y dispersas con datos obtenidos con una mayor resolución temporal y espacial. Esto es especialmente relevante, a la hora de incluir la utilización de los datos obtenidos, a través de los sistemas de teledetección, que tienen una alta resolución temporal y una muy buena resolución espacial.
- En múltiples ramas de la climatología, los modelos de correlación tienen un gran uso como instrumento de investigación, y se pueden mejorar sus posibilidades y capacidades teóricas.
- En la modelización del clima se requiere un importante esfuerzo investigador en el campo de

la estadística para la validación e interpretación de los resultados de los modelos numéricos.

### **13.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS CLIMAS PASADOS Y PRESENTE, Y SU VARIABILIDAD**

El clima ha ido cambiando a través del tiempo y esos cambios han influido en los ecosistemas terrestres y marinos. La comprensión y caracterización del comportamiento de los climas presentes y pasados en las diversas épocas históricas, con sus características y fluctuaciones, así como la influencia que éstas ejercen sobre los ecosistemas y las actividades humanas, es esencial para el conocimiento del sistema climático. Del conocimiento del clima se encarga la climatología, que en el transcurso de la historia ha ido añadiendo diferentes adjetivos o prefijos para precisar su objetivo concreto. Así, por ejemplo, se habla de climatología descriptiva, sinóptica, física o dinámica, en relación al clima presente, o de paleoclimatología, referente al clima en el pasado. En la actualidad hay que añadir también la física del clima, que permite explicar la razón del clima, bien sea presente o pasado, constituyendo, en consecuencia, la base para obtener proyecciones del clima futuro.

#### **13.2.1 Climatología y física del clima**

Históricamente la climatología descriptiva se ha encargado de proporcionar información climatológica, es decir, datos climáticos analizados, ya sea en forma de mapas, gráficos o tablas, de manera que sea fácilmente comprensible para el público y los responsables de la toma de decisiones.

Sin embargo, ésta es una materia que necesita una actualización continua a la luz de los últimos descubrimientos. Los estados climáticos son distintos a lo largo del tiempo y esto hace que sea importante disponer de los datos referentes al último período que se considere representativo. Además, el conocimiento del clima y de las técnicas estadísticas evoluciona de forma ininterrumpida y siempre se pueden hacer mejoras sustanciales en su descripción. Por ello, es conveniente que este trabajo fuera lo suficientemente flexible para quedar abierto a nuevas modificaciones y mejoras. La descripción debería incluir no sólo los elementos climáticos referidos a las variables atmosféricas, sino a todas aquéllas que describan también los demás subsistemas del sistema climático: variables oceánicas, biosféricas, criosféricas y litosféricas.

El término sinóptico suele referirse a las escalas espaciales y temporales en que se desarrollan los sistemas de presión y otras estructuras meteorológicas, y que se representan en los denominados mapas sinópticos. La climatología sinóptica tendría como objetivo los estudios estadísticos de los sistemas y fenómenos meteorológicos, que se desarrollan en dichas escalas.

Tradicionalmente, en este tipo de estudios estadísticos de la climatología sinóptica se incluyen clasificaciones climáticas sinópticas basadas en una o varias de las características que se representan en un mapa sinóptico: los sistemas de presión, la dirección del flujo de aire, etc. Tales clasificaciones, en general, están basadas en métodos subjetivos fundados en la observación cotidiana de la secuencia de mapas meteorológicos. Si se amplía la escala, hasta llegar a la planetaria, el clima puede ser atribuido a la circulación general de la atmósfera. Éste sería el objetivo de la climatología dinámica.

Los análisis modernos que se realizan en este tipo de estudios, y los que hay que plantear aquí, hacen invariablemente uso de procedimientos de clasificación objetivos basados en análisis de correlación entre los campos meteorológicos. Con ello se persigue una caracterización cuantitativa de las condiciones climáticas, con las secuencias típicas y sus frecuencias, libre del sesgo de los métodos subjetivos.

Además, es conveniente superar la descripción basada en los campos meteorológicos directamente analizados e incluir toda clase de campos derivados, estructuras verticales y tridimensionales, y también las estructuras que puedan ser analizadas objetivamente a partir de los datos procedentes de la teledetección, bien separadamente o combinados con datos convencionales.

Este último aspecto adquiere especial relevancia en relación a los climas de los territorios españoles, ya que a veces es imprescindible incluir en la descripción sinóptica estructuras de mesoescala, por ejemplo los sistemas convectivos, que tienen un papel clave en la generación de fenómenos violentos, como por ejemplo las intensas lluvias otoñales del Mediterráneo, y que inevitablemente deben estar incluidos en la descripción climática. En este caso, y siempre que se trate de explicar lo observado o relacionar el clima con sus causas, es cuando es necesario el concurso de la climatología física o de la física del clima.

#### **13.2.2 Paleoclimatología y variabilidad climática**

Con la paleoclimatología se trata de estudiar cuáles han sido los climas pasados y su evolución a través de los tiempos, haciendo uso de las huellas de su influencia en los ecosistemas, tanto las que han quedado marcadas directamente en los propios ecosistemas como las que han sido reflejadas por el hombre en todo tipo de documentos escritos.

En nuestro país se han realizado, y se siguen realizando, valiosos estudios paleoclimatológicos de suelos, fósiles, anillos de los árboles, polen, etc. Sería conveniente hacer una labor de coordinación para que todos los esfuerzos confluyeran a un fin común: el estudio de las interrelaciones en-

tre el clima y los ecosistemas naturales y, por ende, el conocimiento de las características del sistema climático en nuestro país a través del paso del tiempo.

Por otra parte, actualmente no es suficiente describir el clima mediante los valores medios de los elementos climáticos, se requiere también conocer la oscilación entre los valores extremos, causantes éstos de los períodos climáticos más catastróficos, lo que implica determinar la variabilidad natural del clima, es decir, descubrir entre qué valores se mueven las variables climáticas en cada período histórico.

Por ello, la investigación sobre los climas pasados y su variabilidad climática deben estar orientados a satisfacer, entre otros, los siguientes objetivos básicos e interrelacionados entre sí:

- La determinación de las escalas espacial y temporal características, magnitud y forma de las fluctuaciones climáticas naturales.
- La determinación y comprensión de los procesos físicos, químicos y biológicos involucrados en las fluctuaciones climáticas.
- La mejora de la valoración de las repercusiones de las fluctuaciones climáticas en la biosfera.
- La obtención de un conjunto de datos de climas pasados para usar en la mejora y validación de los modelos climáticos.

Finalmente resaltar que la determinación y seguimiento de las variaciones climáticas debe ser uno de los objetivos más importantes de esta área de actuación y debe incluir desde la evaluación de la concentración de GEI hasta el estudio de las modificaciones de las características de la superficie terrestre. Básicamente, sus actividades deben estar orientadas a sintetizar, resumir y difundir la información sobre fluctuaciones o anomalías importantes del sistema climático mundial. Entre esas actividades figuran el diagnóstico de la variabilidad del clima, la identificación de índices descriptores del comportamiento del sistema y el estudio de la variabilidad interanual.

### 13.3 DETECCIÓN Y VIGILANCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La detección del cambio climático es el proceso de demostrar que un cambio climático observado es muy diferente de lo que podría considerarse un efecto de variabilidad natural, mientras que la atribución es el proceso por el que se establece las relaciones causas y efecto con cierto grado de confianza. La presencia de esta variabilidad significa que la detección y atribución de los cambios climáticos antropogénicos es un problema estadístico que obliga a distinguir la 'señal' del 'ruido'. Para detectar y determinar que un cambio climático se debe a causas antropogénicas se requiere un análisis estadístico y la evaluación cuidadosa de un sinnúmero de pruebas diferentes que permitan demostrar que los cambios observados:

- Es improbable que sean causados íntegramente por la variabilidad natural.
- Son congruentes con las respuestas estimadas a una determinada combinación de forzamientos antropogénicos y naturales.
- No concuerdan con otras explicaciones físicamente factibles.

La debilidad actual de la señal de la existencia del cambio climático inducido por intensificación del efecto invernadero respecto al ruido producido por la variabilidad natural, impide atribuir de forma cuantitativa a tal intensificación los cambios observados en los últimos años en las distintas variables e indicadores climáticos.

Todo esto conlleva a que la detección del cambio climático debido a causas antropogénicas sea un problema fundamental y una de las principales preocupaciones a nivel mundial, por el posible cambio del clima debido al incremento de la concentración atmosférica de los GEI. En la actualidad, los responsables de planificar y establecer estrategias y políticas para la lucha contra los efectos y las causas del cambio climático necesitan disponer de herramientas de evaluación e información lo más precisas posibles sobre estos aspectos.

Si bien ha habido avances significativos científicos importantes a nivel global en los últimos años, que presentan evidencias, y reconocen por primera vez, que el calentamiento observado en los últimos 50 años es debido a las actividades humanas, todavía persisten importantes incertidumbres sobre la cuantificación del problema del calentamiento mundial, en cuanto a la sensibilidad de la temperatura, la precipitación y otras variables e indicadores climáticos; los impactos regionales, el ritmo previsto del cambio, etc. Todo esto hace que el tratamiento de la detección y de la vigilancia global sea un proceso muy complejo y que además esta complejidad se acrecienta tremendamente a escalas regional y nacional, donde las incertidumbres existentes son mayores.

Desde una perspectiva de estrategia nacional, esto obliga, por una parte, a ampliar dichos conceptos mediante su integración en una estrategia científica destinada a superar las incertidumbres y basada en una combinación de estudios, de observación y modelización de los procesos, y, por otra parte, a intensificar la participación nacional en los programas coordinados internacionalmente.

Por otra parte, el concepto de vigilancia como información, aunque necesario, es insuficiente. La vigilancia debe constituirse en un banco de pruebas para nuestros conocimientos y en un nexo de unión entre las distintas líneas de trabajo. Para ello es necesario incorporarse a los proyectos internacionales, porque éstos constituyen un marco de referencia en dos sentidos. Primero, en cuanto a la participación en cumplimiento de los compromisos derivados de la pertenencia de España a organismos internacionales, y, segundo, en lo referente al desarrollo de objetivos especiales con una perspectiva nacional y/o regional, particularizando los análisis generales y profundizando en los aspectos que nos afecten con más intensidad.

### 13.4 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Las líneas de acción más prioritarias en las que deben orientarse las actividades dirigidas al conocimiento y vigilancia del clima, y detección del cambio climático son:

- Desarrollar y establecer métodos normalizados para la asimilación de los datos de índole climática, incluidos los datos paleoclimáticos, y para realizar el adecuado tratamiento estadístico de dichos datos (obtención y análisis de series, determinación de índices, etc.).
- Establecer técnicas de análisis estadístico que permitan, entre otros fines, la asimilación de los datos y la validación de los resultados de los modelos.
- Desarrollar métodos para la obtención de descripciones pormenorizadas del clima en lugares y regiones concretas, utilizando técnicas previamente establecidas y las herramientas de los sistemas de información geográfica.
- Analizar, describir e interpretar el clima a escala local, regional y nacional, y realizar clasificaciones climáticas, haciendo especial hincapié en las características de los diferentes componentes del sistema climático.
- Reconstruir el clima existente en España en diferentes períodos históricos y estudiar las analogías entre los climas del pasado y los resultados de los modelos climáticos.
- Estudiar la variabilidad climática, en distintas escalas espaciales y temporales, a partir de los datos disponibles, directos e indirectos y de los resultados de los modelos.
- Establecer un programa nacional de detección, vigilancia y seguimiento de los cambios del clima, que permita determinar los indicadores óptimos para la detección, vigilancia y seguimiento del cambio climático en nuestro país.

Finalmente señalar que en el Anexo A se especifican una serie de medidas e instrumentos más detallados, relativos a los epígrafes de este apartado.

## 14 MODELIZACIÓN, ESCENARIOS Y PROYECCIONES DEL CLIMA FUTURO

Como tercera área de actuación en este Capítulo se establece la modelización del sistema climático y el estudio de los procesos que se producen dentro de éste, con el objeto de dar respuesta a una creciente demanda social sobre los fundamentos y consecuencias de un cambio climático. La modelización constituye una herramienta ineludible para comprender y simular los mecanismos que definen el clima y sus variaciones, y de esta manera adquirir un conocimiento cualitativo y cuantitativo sobre aquél y predecir su evolución durante el próximo siglo.

La modelización del sistema climático permite integrar, en el mayor grado posible, los conocimientos sobre éste, y tiene como objetivo la obtención de simulaciones de los comportamientos del clima cuando el sistema, en su conjunto o en alguna de sus partes, se ve sometido a variaciones de los forzamientos que lo condicionan. El uso de modelos climáticos, unido al estudio de procesos físicos insuficientemente conocidos, permite establecer una teoría del clima y del cambio climático. Ambos son la herramienta esencial para predecir cómo puede ser el clima del futuro según las distintas hipótesis de emisión de GEI, y para justificar y explicar la variabilidad, de períodos mayores del decenio, observada en el pasado y en el presente.

Por tanto, los objetivos que deben orientar la estrategia en cuanto a la modelización del sistema climático, y sobre los cuales se establecerán las líneas de acción, son:

- El estudio de los procesos físicos-químico-biológico-geológico y el desarrollo de las correspondientes parametrizaciones para su inclusión en los modelos.
- Validación y comparación de modelos climáticos globales a escalas mundial y regional; y el desarrollo, la validación y la aplicación de modelos regionales.
- Estudios de la sensibilidad y la variabilidad obtenidas con modelos climáticos;
- Preparación de salidas de los modelos para su utilización como escenarios climáticos para el estudio de impactos.

### 14.1 QUÍMICA ATMOSFÉRICA Y CLIMA

Los cambios en la composición atmosférica debidos a las actividades humanas pueden y están teniendo efectos globales; así una de las necesidades prioritarias es la integración de la química

atmosférica con otras disciplinas. Para ello es imprescindible establecer una relación más estrecha con los aspectos físicos y biológicos que condicionan los cambios observados y la predicción de futuros cambios.

Los estudios relativos a la composición del aire en diversos puntos del espacio, su evolución y ciclos, mecanismos de difusión, fuentes y sumideros de gases, procesos químicos en la atmósfera, etc., presentan en la actualidad un enorme interés. Su relación con temas como el cambio climático o el medio ambiente es muy estrecha. Los cambios en las concentraciones de los gases traza radiativamente activos y de los aerosoles desempeñan un papel fundamental.

Una de las mayores dificultades para predecir con suficiente precisión los cambios climáticos es la incapacidad actual de determinar la evolución futura de las concentraciones atmosféricas de los gases efecto invernadero, no sólo por su dependencia del ritmo de emisión antropogénica, sino por la complicada dinámica en la que participan.

Los aerosoles también intervienen de forma significativa en los procesos radiativos y nubosos, y son por tanto otro objeto importante de estudio. Mientras los aerosoles presentes a altitudes elevadas, tales como los que alcanzan la estratosfera procedentes de erupciones volcánicas, producen un efecto climático a escala planetaria al reducir la cantidad de radiación solar que alcanza la baja atmósfera, el efecto climático de los aerosoles troposféricos -polvo del desierto, aerosoles marinos, etc.- tiende a producir alteraciones a escala regional.

En el conocimiento de los procesos atmosféricos existen muchas incertidumbres que son objeto de investigación a nivel mundial. Entre esas incertidumbres no se puede dejar de mencionar el conocimiento insuficiente del papel que juega la nubosidad en el cálculo del balance radiativo. Otro de los procesos claves es la propia formación de las nubes, en el cual están implicados procesos de intercambio de energía y de humedad esenciales en el sistema climático. Asimismo, las nubes desempeñan un papel de fundamental en lo que respecta a las retroacciones, debido al fuerte potencial energético que reside en los cambios de fase del agua.

Es por tanto esencial una mejora del conocimiento de estos procesos, para lo que es necesario disponer de la posibilidad de realizar simulaciones que permitan la parametrización de los mismos, todo ello teniendo en cuenta las peculiaridades de las condiciones del sur de Europa. Otro problema adicional, pero no por ello menos importante, es que los modelos globales no han trabajado con la suficiente resolución espacial para incorporar estos procesos con suficiente detalle, no sólo por la limitación de las herramientas matemáticas e informáticas, sino también debido al desconocimiento de los procesos y a la falta de parametrizaciones adecuadas.

Entre los temas prioritarios a nivel general que se deben potenciar cabe citar:

- La mejora del conocimiento de la química asociada a las nubes, de gran importancia para entender el papel de los aerosoles en el total de radiación transmitida y en la disminución de la capa de ozono estratosférico. Ello requiere la potenciación de estudios sobre química partícula-gas (reacciones heterogéneas), co-condensación de gases, etc.
- Colaboración con especialistas de otros campos para entender los procesos que controlan los intercambios gaseosos aire-océano y el papel de las emisiones de compuestos volátiles por parte de la vegetación o de las emisiones derivadas de la manipulación de los ecosistemas terrestres por parte del hombre. Con el objetivo final de mejorar los modelos actuales que en muchos casos carecen de la parametrización adecuada, o no contemplan algunos de los procesos. Esta carencia es especialmente importante en el caso de las interacciones de los ecosistemas terrestres con la atmósfera en general, y en particular para algunas regiones como la mediterránea (sur de Europa).
- La química de los compuestos nitrogenados y gases derivados en la troposfera y sus posibles efectos de realimentación en el sistema climático. Por ejemplo, la química y los efectos radiativos de los aerosoles orgánicos nitrogenados, en aumento en particular en regiones con intensa fotoquímica, se desconoce casi por completo.

## 14.2 CIRCULACIÓN Y COMPOSICIÓN DEL OCÉANO

Los océanos desempeñan una función similar a la de la atmósfera en lo que a circulación global se refiere. Para comprender adecuadamente la dinámica del sistema climático global es imprescindible tener un amplio conocimiento de los procesos dinámicos del océano. En lo que respecta al cambio climático mundial, el papel de los océanos es primordial ya que la concentración de CO<sub>2</sub> -para escalas de tiempo de decenios o más- está principalmente controlada por el intercambio continuo de CO<sub>2</sub> entre la atmósfera y los océanos. Estos moderan el cambio climático antropogénico actuando como un sumidero de C. El ciclo del carbono en los océanos y su fácil disponibilidad para acomodarse a un incremento de CO<sub>2</sub> está fuertemente relacionado con procesos biológicos, físicos, químicos y geológicos, que están lejos de ser comprendidos.

Para conocer los mecanismos de interacción entre los modelos atmosféricos y oceánicos es

preciso profundizar en los aspectos físicos de la generación del oleaje por el viento, así como en la transferencia de momento lineal del oleaje a las corrientes oceánicas. Para poder realizar una adecuada evaluación de todos estos procesos es necesario hacer uso de modelos dinámicos del océano.

Sin embargo, la modelización del océano no está tan desarrollada como la de la atmósfera, debido al conocimiento incompleto que se tiene de los procesos físicos involucrados, a la escasez de datos existentes y a la dificultad de resolver procesos de pequeña escala que tienen una gran incidencia sobre escalas mayores. Por eso sería conveniente fomentar la participación en cualquier acción nacional o internacional tendente a aumentar el número de observaciones de los océanos y a desarrollar nuevas técnicas de aprovechamiento de los datos de satélites.

### **14.3 PROCESOS BIOGEOSFÉRICOS EN ECOSISTEMAS TERRESTRES**

Para comprender el funcionamiento del sistema climático es esencial el estudio de los procesos biogeosféricos en los ecosistemas terrestres, dado que las tendencias actuales para la mejora de los modelos regionales incluyen la incorporación de los procesos biogeosféricos más relevantes: heterogeneidad del relieve de la superficie terrestre, humedad retenida por el suelo, hidrología superficial, evapotranspiración, escorrentía, albedo, biomasa, productividad de los ecosistemas, etc.

El suelo en su conjunto, y los seres vivos que sobre él se asientan, son una fuente importantísima de gases radiativamente activos. Se estima que a partir de aquél se emite a la atmósfera el 30% del CO<sub>2</sub>, el 70% del CH<sub>4</sub> y el 90% de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Sin embargo, correctamente gestionado -especialmente en lo que concierne al aumento del contenido en materia orgánica y al uso racional de los fertilizantes nitrogenados- puede actuar como un importante sumidero de C y, en menor grado, de N, o al menos reducir la magnitud de las concentraciones atmosféricas. De hecho, la cantidad de C secuestrado por los suelos es muy superior de la que es almacenada en la biosfera terrestre; pero a su vez, en ellos tienen lugar importantes intercambios de energía, cantidad de movimiento y masa.

La capa de suelo fértil es un filtro a través del cual se producen y regulan los flujos de energía y materia de los diferentes subsistemas (litosfera, atmósfera, hidrosfera y biosfera). Los intercambios de energía entre los suelos y otros sistemas se pueden expresar en función del balance radiativo y de los calores latente y sensible. La radiación de onda corta que alcanza la superficie de la Tierra es en parte absorbida y en parte reflejada por ella. Las características y magnitud de cada uno de estos parámetros depende de las propiedades del suelo. La radiación de onda larga emitida por la superficie del suelo es también transmitida, reflejada y absorbida por los componentes atmosféricos. Los cambios de fase del agua en la superficie terrestre son también de gran importancia para la cuantificación del balance energético del sistema climático.

El intercambio de movimiento en el suelo es función de ciertas características de éste que están relacionadas a su vez con ciertos parámetros de especial relevancia, como es el caso del rozamiento. El intercambio de masa en forma de agua o vapor de agua a través del suelo afecta, esencialmente, a su contenido de humedad y al de las capas inferiores de la atmósfera.

Dado que en España existen problemas ambientales de gran relevancia, como son la degradación y erosión de los suelos, los incendios forestales y la desertización; los estudios que relacionen estos procesos con los del cambio climático deben ser especialmente atendidos. Obviamente, en este caso son de vital importancia los análisis a una escala que abarquen la totalidad del territorio nacional; pero también son de mucho interés las investigaciones que intenten analizar los procesos biogeosféricos a nivel de microescala, para ser incorporados a los modelos de meso y macroescala del sistema climático.

En este apartado se deberán considerar como líneas de acción todas aquellas investigaciones relevantes que, relacionadas con estos campos -estudios de la biosfera, litosfera, masas de aguas continentales y, en general, formas del modelo terrestre-, demuestren ser esenciales para la modelización del sistema climático a escala global y, sobre todo, a escala regional, por cuanto es en ésta última donde pueden ser más fácilmente consideradas para su entrada en el proceso de la modelización.

### **14.4 MODELOS Y ESCENARIOS CLIMÁTICOS**

Los modelos más complejos de simulación del clima son los modelos climáticos globales, que representan matemáticamente los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el sistema climático en el período de interés, y predicen, tridimensionalmente, la evolución de la temperatura, humedad del aire y del suelo, viento, hielo y otras variables. Incluso los modelos más complejos están limitados en cuanto a la resolución espacial, que suele ser de unos 200 Km. Los ordenadores actuales no tienen capacidad suficiente para calcular variables climáticas en todos los puntos del sistema, por lo que los cálculos de las variables climáticas se ejecutan en determinados puntos de una cuadrícula tridimensional.

La cuestión más compleja que plantean los modelos climáticos es el grado de confianza que aportan de cara a tomar decisiones que puedan afectar a la sociedad, como por ejemplo el control de emisiones de ciertos gases. Esto hace esencial verificar dichos modelos a nivel regional, de manera que aumente su fiabilidad mediante:

- la comprobación de que el modelo simula adecuadamente el clima actual de la zona;
- el estudio de la parametrización de una variable física individual y su contraste con la realidad;
- la comprobación de la capacidad del modelo para reconstruir los climas presentes y pasados.

Entre los expertos en el estudio de la evolución del clima, existe un amplio consenso a la hora de afirmar la necesidad de contar con modelos adecuados para reproducir fielmente el sistema climático, llegando a resoluciones mucho mejores que las actualmente factibles (del orden de los 200 km), y disponer de proyecciones de clima futuro en escalas de pocas decenas de kilómetros.

La capacidad de desarrollar modelos globales está reservada a muy pocos centros de investigación ubicados en los países más desarrollados o a Centros Intergubernamentales Regionales, como por ejemplo el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio. En España, para afrontar el reto planteado por la modelización climática, lo más razonable sería, tanto por la situación característica de la ciencia como para optimizar los recursos disponibles, hacer un esfuerzo importante en el desarrollo y mejora de ciertas parametrizaciones de carácter local, a partir de modelos previamente seleccionados. Es decir, los esfuerzos deben ir dirigidos a la denominada modelización regional.

Se necesita disponer de modelos regionales adaptados a las características españolas que permitan estimar la evolución de la temperatura superficial, la insolación, la evapotranspiración, la lluvia, la nieve, la altura del oleaje en las costas, la altura del mar y las mareas y los vientos, en un clima cambiante, con resoluciones de unos 20 km. Por ello, una prioridad deberá ser la intercomparación de modelos climáticos, a escala global y regional, con objeto de establecer el comportamiento de cada uno de ellos en el área de influencia geográfica española, mediante la validación de sus resultados con los climas presente y pasados.

Otra prioridad importante es la adaptación y el desarrollo de modelos acoplados atmósfera-oceano-hielo-biosfera en alta resolución. En particular es de gran importancia el determinar nuevos esquemas de acoplamiento entre los distintos componentes y el utilizar esquemas de retroalimentación, dado que nuevas condiciones en el suelo y en la mar producidos por los modelos implican a su vez cambios en los resultados de esos mismos modelos. El conocido proceso de aumento de resolución (*downscaling*) se puede realizar con modelos regionales, pero hay otras posibilidades (estadísticas, análogos, mixtas, etc.) que pueden proporcionar resultados adecuados en escalas locales.

Respecto a las parametrizaciones de procesos, las prioridades en el desarrollo de nuevas aproximaciones o mejoras en la parametrización existentes, deben establecerse a partir de las incertidumbres o deficiencias que los modelizadores o investigadores encuentren en los modelos climáticos. Por lo tanto, debe procurarse que las prioridades que se establezcan en la investigación de parametrizaciones sean acordes con las necesidades objetivas de los usuarios finales, fomentando el estudio de los procesos que más afectan al clima en España.

Por otra parte, la determinación de diferentes escenarios climáticos regionales es necesaria para conocer las proyecciones de clima futuro con mayor grado de confianza y mayor resolución espacial que las que proporcionan los modelos globales. Por tanto, es prioritario disponer de escenarios del cambio climático, obtenidos a partir de modelos de escala regional, que reflejen las condiciones de España y su área geográfica de influencia. Asimismo, el disponer de estos escenarios climáticos regionales es imprescindible para poder realizar los análisis de riesgos y los impactos que el cambio climático puede producir en España, así como para determinar, a partir de los estudios de impactos, las posibles medidas de adaptación.

Finalmente, es necesario hacer mención también en este apartado de la Estrategia a la denominada propuesta de Brasil, no tanto por el carácter científico de esta propuesta sino por las implicaciones que tiene en varios aspectos del Protocolo de Kioto y sobre todo por las implicaciones que pueda tener durante las negociaciones para fijar los futuros compromisos del segundo período de cumplimiento.

La propuesta de Brasil aborda la relación entre las emisiones históricas de gases de efecto invernadero y el efecto de esas emisiones en términos de cambio climático, medidos éstos en función del aumento de la temperatura superficial media de la Tierra. Utiliza un modelo muy simple basado en modelos más complejos para hacer el cálculo de la responsabilidad de cada parte en función de sus emisiones históricas. El cálculo anterior se utiliza para determinar el nivel de reducción de emisiones requerido para cada parte (por ejemplo con un límite máximo de cambio climático tolerable).

Dado que España debe estar lo mejor preparada posible para estas negociaciones es necesario promover la colaboración de los grupos de investigación en esta área con otros grupos internacio-

nales, con objeto de determinar cuáles son los compromisos que le pueden corresponder a España en base a sus emisiones históricas.

#### **14.5 MEDIDAS E INSTRUMENTOS**

Las líneas de acción más prioritarias en las que deben orientarse las actividades dirigidas a mejorar el conocimiento de los procesos físico-químico-biológico-geológico, el desarrollo y validación de los modelos climáticos, y los escenarios y proyecciones del clima futuro son:

- Estudiar la distribución atmosférica de los GEI, los aerosoles, y del ozono troposférico y estratosférico, identificando sus fuentes y sumideros, evaluando los procesos químicos en los que intervienen y las alteraciones que en el balance radiativo producen los cambios en su concentración y distribución. Determinar la relación entre las emisiones y la concentración atmosférica de los GEI.
- Evaluar los procesos radiativos en la atmósfera y sus alteraciones: flujos de calor, procesos de retroacción, interacción nubes-radiación, etc.
- Estudiar la distribución atmosférica de los gases contaminantes y aerosoles, así como los procesos que regulan su producción, dispersión y eliminación, y en especial analizar las situaciones atmosféricas que propician la dispersión, acumulación o deposición de los contaminantes, en particular el fenómeno de la lluvia ácida.
- Caracterizar y parametrizar los procesos de interacción físicos, químicos y biológicos que tienen lugar entre la biosfera, litosfera e hidrosfera.
- Estudiar los procesos biogeoquímicos del carbono y del nitrógeno en los principales ecosistemas terrestres de España, así como las alteraciones debidas al cambio climático, con especial énfasis en la valoración cualitativa y cuantitativa, a escala regional, de los cambios mencionados sobre el papel de sumideros y/o fuentes de los ecosistemas estudiados. Determinar bioindicadores terrestres, y desarrollar y validar modelos biogeosféricos.
- Estudiar la composición oceánica y los procesos de mezcla e intercambio en las capas superficial y profunda, e investigar la contribución de los procesos físicos y biológicos a la regulación del océano como sumidero de carbono y de otros GEI.
- Estudiar los procesos oceánicos a diversas escalas y desarrollar modelos oceánicos de diversa índole que puedan ser acoplados a los atmosféricos. Desarrollar modelos de generación de oleaje acoplados a modelos de corrientes marinas para ser utilizados en la predicción de oleaje en las zonas costeras.
- Elaborar un conjunto de escenarios de cambio climático para España, convenientemente validados, que sirvan de referencia para los distintos estudios de impactos que será necesario realizar con vistas a minimizar los efectos adversos del cambio climático.
- Desarrollo y mejora de parametrizaciones y de esquemas numéricos para procesos a escala regional para su utilización en el desarrollo de modelos climáticos regionales.
- Validación e intercomparación de los resultados obtenidos sobre el clima actual y futuro a escala regional, procedentes tanto de modelos globales como regionales, para las distintas regiones españolas, prestando particular atención a fenómenos extremos, tales como los que afectan por ejemplo a la región mediterránea.
- Colaborar con los grupos internacionales de investigación en el desarrollo de modelos y metodologías que evalúen el impacto de las emisiones históricas nacionales de GEI sobre el calentamiento global (propuesta de Brasil).

Finalmente señalar que en el Anexo A se especifican una serie de medidas e instrumentos más detallados relativos a los epígrafes de este apartado.



## Capítulo 5.- Combatir las causas del cambio climático

### *Políticas y medidas sectoriales para reducir las emisiones y aumentar la captación de gases de efecto invernadero*

Un problema global como el cambio climático tiene facetas de índole estrictamente nacional, mientras que en otras prima el carácter internacional. Para gran parte de las posibles actuaciones, la casuística de un país puede trasladarse a otros que tengan cierta similitud social o económica; pero, sin embargo, esta transposición directa de políticas, medidas, programas o métodos no garantiza su correcto funcionamiento, dado que las estructuras social, económica, científica, técnica, etc., de dos países nunca son iguales. Así, para asegurar el logro de los objetivos en el ámbito nacional, es preciso definir medidas e instrumentos adecuados a las circunstancias nacionales específicas.

Por su parte, las vertientes internacional y regional requieren una ardua negociación entre los países directa o indirectamente afectados, dado que la solución a un problema global no viene de la suma de respuestas nacionales independientes; sino que es necesario un acuerdo que coordine y complemente las acciones aplicadas en el ámbito nacional. La estabilización de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero -derivada de las políticas de limitación de emisiones- sólo es posible en el marco internacional de negociación, por lo que la actitud nacional se ve modulada, y casi siempre superada, por la de terceros. Sin embargo, esto no exige a los países desarrollados de su responsabilidad histórica en el origen del actual cambio climático -reconocida en la CMCC y su Protocolo de Kioto-, y por tanto de adoptar las medidas oportunas para mejorar las condiciones de vida de las generaciones presente y futuras, y así contribuir de manera eficaz al desarrollo sostenible. Incluso la mejor forma para involucrar a los países en desarrollo en la resolución del problema es demostrar que las políticas implantadas en los países desarrollados contribuyen a la reducción efectiva de las emisiones, además de aportar fondos económicos, mediante la transferencia de tecnologías o cualquier otro método equivalente, a los países con menor capacidad para enfrentarse a los efectos del cambio climático.

### **15 INSTRUMENTOS Y OPCIONES TECNOLÓGICAS**

Independientemente del acuerdo que se adopte en el plano internacional, la rentabilidad que se obtiene de la coordinación y potenciación de las actividades nacionales relacionadas, directa o indirectamente, con el sistema climático puede valorarse según dos enfoques: primero, el que incorpora a la planificación sectorial de las Administraciones del Estado los conocimientos sobre el sistema climático y los procesos que le gobiernan; y segundo, el derivado de la utilización de nuevas o mejores tecnologías que permiten limitar las causas del cambio climático y amortiguar sus previsible impactos a corto, medio y largo plazo, al mismo tiempo que obtener un mejor rendimiento económico en múltiples sectores.

#### **15.1 RENTABILIDAD DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

Las alteraciones ambientales derivadas del cambio climático pueden modificar sustancialmente el marco de actuación en muchos sectores socioeconómicos, haciendo necesario un análisis detallado de las posibles consecuencias si no se adoptan las medidas correctoras necesarias. En general, el coste de muchas actuaciones está supeditado no tanto a su complejidad como a la intensidad de las condiciones extremas que, según su diseño, deben soportar. Por tanto, es preciso dar un paso más y desarrollar estudios multidisciplinares para establecer las relaciones cuantitativas y cualitativas entre las variables que rigen cada actividad influenciada por el clima y el propio clima. Además, a medida que la planificación se basa en una información mejor y más abundante, y que los efectos de las decisiones que se toman involucran un mayor número de factores, es más necesario disponer de modelos que ligen unas variables con otras y permitan conocer el comportamiento de sistemas complejos, y así reducir los riesgos de las decisiones críticas.

#### **15.2 RENTABILIDAD DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO**

Además de los beneficios que se obtienen de la óptima utilización de los conocimientos científicos, el Protocolo de Kioto proporciona un elemento adicional para la mejora de los sistemas productivos, ya que impone la reducción de emisiones de ciertos gases a través de la mejora o sustitución de algunas actividades o procesos. Así, procede el examen de las tecnologías y medidas que

pueden adoptarse en los sectores de suministro y uso final de la energía, agrario, forestal, industrial, del transporte, de gestión de residuos, etc. Siguiendo los criterios comúnmente aceptados, para ello son necesarios análisis que incluyan, al menos, cinco factores:

- Potencial físico: teórica cantidad en que es posible reducir las emisiones o mejorar la eficiencia en base al conocimiento científico.
- Potencial tecnológico: parte del potencial físico que puede lograrse mediante la implementación de tecnologías o prácticas que han demostrado su viabilidad, independientemente del coste.
- Potencial económico: parte del potencial tecnológico que puede lograrse de forma rentable creando mercados o eliminando sus imperfecciones.
- Potencial socioeconómico: parte del potencial económico que puede lograrse superando los obstáculos sociales, culturales, institucionales y ambientales a la implementación de tecnologías que son rentables.
- Potencial del mercado: parte del potencial socioeconómico que puede lograrse en las condiciones de mercado existentes, suponiendo que no se adoptan nuevas políticas o medidas.

Estos potenciales representan los límites de reducción entre los que se mueven las políticas sectoriales; aunque, salvo excepciones, todas se sitúan cerca del límite inferior, dado que el potencial del mercado se suele alcanzar cuando finaliza el período de vida de los sistemas y, tras su amortización económica, se sustituyen por otros más modernos y eficientes. Por tanto, el primer objetivo estratégico sería realizar un análisis de ciclo de vida de los equipos o sistemas para optimizar la reducción de emisiones. En consecuencia, en los casos en que resulte lo más conveniente se deberá adelantar la renovación de sistemas para introducir nuevos equipos que incorporen el potencial económico -mediante subvenciones, ayudas a la explotación, préstamos a bajo interés, etc.- y lograr un alto grado de implantación de procesos que incorporen el potencial socioeconómico, para lo cual es necesario un análisis en origen de las barreras que impone el mercado y los efectos socioeconómicos de su posible supresión.

### **15.3 ANÁLISIS GENERAL DEL IPCC SOBRE POTENCIALES DE REDUCCIÓN Y COSTES**

En los siguientes apartados se resumen brevemente los principales análisis realizados sobre el potencial que tiene la aplicación de determinadas tecnologías, políticas y medidas en algunos sectores de actividad, enfocando exclusivamente el aspecto de las estrategias de limitación de las causas del cambio climático. Bien es cierto que las cifras que se aportan -provenientes de estudios del IPCC, en concreto su Segundo y Tercer Informes de Evaluación- son sólo de carácter general; aunque de ellas se puede obtener una estimación orientadora.

#### **15.3.1 Sector de suministro de energía**

Los niveles de eficiencia en la generación de electricidad pueden aumentarse de la actual media mundial del 30% a más de un 60% entre el 2020 y 2050. La sustitución del carbón por gas natural y por medio de tecnologías de combustión más eficientes, con mejores rendimientos energéticos, puede llevar a reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de energía utilizada de hasta un 50%. Sin embargo, el grado en que pueden conseguirse estos potenciales dependerá de futuras reducciones de costes, del ritmo de evolución y aplicación de las nuevas tecnologías, la financiación, así como de las medidas destinadas a superar diversos obstáculos no técnicos, como son los impactos ambientales, la aceptación social y otras condiciones regionales, sectoriales y propias de cada país.

Las estimaciones más fiables indican la existencia de algunas medidas a coste neto negativo; aunque la mayor parte de ellas no llegarían a 30 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### **15.3.2 Sector industrial**

En el sector industrial la principal opción para reducir las emisiones es la mejora de la eficiencia energética. Se estima que los países desarrollados podrían reducir en un 25% la emisión de CO<sub>2</sub> para el 2025 sustituyendo las instalaciones y procesos existentes por las opciones tecnológicas más eficientes. Si esa sustitución se produjera en el momento de la rotación del capital -amortización de la inversión en sistemas productivos-, podría resultar rentable. Los últimos estudios indican que el coste de las reducciones por eficiencia energética serían negativos en la mitad de los casos, y que las reducciones de N<sub>2</sub>O pueden lograrse a costes inferiores a 3 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente.

En cuanto a los nuevos gases fluorados, su crecimiento es considerable durante los últimos años; aunque se estima posible reducir sus emisiones mediante medidas dirigidas a evitar las fugas, la recuperación y reciclado de dichos gases, así como por la utilización de otros compuestos alternativos o tecnologías.

#### **15.3.3 Sector del transporte**

Las reducciones de la intensidad energética en los vehículos ligeros, que ofrecerían períodos de amortización a los usuarios de tres a cuatro años mediante el ahorro de combustible, pueden

disminuir las emisiones específicas entre un 10% y 25% para el año 2020. Además, si se utiliza diesel, gas natural o propano en lugar de gasolina, técnicamente se pueden reducir las emisiones entre un 10% y 30%, que alcanzarían el 80% si los combustibles proceden de fuentes renovables. Así mismo, el control de las fugas de refrigerante puede añadir otro 10% de reducción. La aplicación de medidas fiscales sobre los combustibles, principalmente en países con bajos precios, podría reducir las emisiones del transporte por carretera en un 25%; aunque esta medida tendría implicaciones económicas indirectas en otros sectores.

Los últimos estudios indican que gran parte de la reducción se produciría a un coste inferior a 8 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente; aunque también otros estudios muestran costes de hasta 15 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### **15.3.4 Sectores residencial, institucional y comercial**

Existen multitud de tecnologías y medidas que pueden mejorar la eficiencia energética en los edificios, tanto en los equipos que consumen energía -electrodomésticos, iluminación, calefacción y aire acondicionado-, como en materia de aislamiento y construcción bioclimática. Las tecnologías de uso eficiente de la energía en el interior de edificios y con períodos de amortización para el consumidor de cinco o menos años tienen el potencial económico de reducir las emisiones específicas de CO<sub>2</sub> en un 20% para el 2010, mientras que para el exterior de los edificios -reduciendo la transferencia de calor- pueden alcanzar el 25% para el mismo año. Aún en el caso de sólo considerar el potencial de mercado, éste implica reducciones entre el 10% y el 15% para el 2010, ya que la mayor parte de las reducciones son posibles a coste neto negativo.

#### **15.3.5 Sector agrario**

En el sector agrario pueden obtenerse importantes reducciones, debidas tanto a la mejora de la utilización de la energía -entre un 10% y un 20%- como a la aplicación de nuevas técnicas de cultivo, la producción de biocombustibles en tierras agrícolas, el mejor uso de los productos químicos y la adecuada gestión de las explotaciones agropecuarias; aunque la reducción de éstas es más difícil de cuantificar. Los últimos estudios indican que hay escasas oportunidades de reducción a coste negativo; aunque hay gran potencial en el intervalo entre 0 y 30 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### **15.3.6 Eliminación de desechos sólidos y aguas residuales**

Para la eliminación de los desechos existen opciones técnicas que, en muchos casos, pueden aplicarse de forma rentable, reduciendo las emisiones entre un 30% y 50% merced a la disminución de los desechos y la recuperación de los gases emitidos en los vertederos. Además, estos gases pueden usarse como fuente de energía, con lo que indirectamente se reduce el coste de su recuperación. Para las aguas residuales existen técnicas de digestión anaeróbica -que permiten quemar el CH<sub>4</sub> para producir energía-, de gasificación u oxidación húmeda, etc., así como otras de secado para la posterior incineración del desecho seco; aunque la energía necesaria para secar los lodos implica un aumento neto de las emisiones. Los últimos estudios indican que el 75% de las reducciones de CH<sub>4</sub> pueden lograrse a costo negativo, mientras que el 25% restante lo serían a 5 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente.

#### **15.3.7 Sector forestal**

Existen tres formas de fomentar la captación de carbono por los ecosistemas forestales: protección de las masas existentes, repoblación, y gestión forestal sostenible; aunque tienen distintos horizontes temporales y, por tanto, diferentes efectos a corto, medio y largo plazo. La disminución de la deforestación y la repoblación forestal representan los elementos claves para la compensación efectiva de las emisiones que puedan generarse en otros sectores de la actividad humana. En la medida en que la gestión forestal sostenible proporcione productos madereros, tanto de larga duración como otros que sustituyan a los combustibles fósiles, el beneficio en reducción neta de las emisiones puede ser hasta cuatro veces superior al almacenamiento permanente de carbono en el bosque (ver Ilustración 27, página 120).

## **16 POLÍTICAS SECTORIALES PARA REDUCIR EMISIONES**

Como declaración de principios, la presente Estrategia pretende ser una eficaz herramienta para llevar a cabo en España, en el ámbito concreto de la lucha frente al cambio climático, el objetivo de la Unión Europea de integración de las consideraciones ambientales en las distintas políticas sectoriales, como vía necesaria e indispensable para el cumplimiento de los compromisos de reducción o limitación de emisiones de gases de efecto invernadero derivados de la ratificación del Protocolo de Kioto. Consecuentemente, la presente Estrategia, en su calidad de instrumento planificador y marco de referencia, debe servir para orientar las políticas sectoriales en aquellas áreas de actividad que más pueden influir sobre el sistema climático, de manera tal que los planes sectoriales que se lleven a cabo, no sólo tomen debidamente en consideración los requerimientos que la lucha frente al cambio climático plantea en cada uno de sus ámbitos, sino que, además, lo hagan dentro de un marco de referencia que permita actuaciones integrales que posibiliten la estrecha colabora-

ción entre las Administraciones General, Autonómica y Local en el marco de sus respectivas competencias.

También es importante mencionar que la vertebración de las políticas sectoriales bajo una estrategia ambiental de lucha frente al cambio climático está siguiendo un camino distinto en función del plan sectorial que se considere. Así como hay algunos planes que ya han sido diseñados para considerar el cambio climático como un factor determinante de las actuaciones que reflejan; otros, o bien están en fase de revisión o ésta se prevé a corto plazo, por lo que aún podrían incorporar esta visión. Mientras, algunos de ellos todavía siguen considerando que el clima es estable e inmutable, a pesar de las evidencias científicas sobre lo contrario.

Esto último no debe ser un obstáculo para que en un futuro próximo, y a la vista de la presente Estrategia y otros programas o planes en cuanto al estudio de los impactos climáticos y las estrategias de respuesta, los responsables de estos planes incorporen a ellos el nuevo escenario climático, bien sea a través de modificaciones parciales o mediante el diseño de capítulos específicos en las revisiones posteriores.

En el momento en que se redacta este documento, España se enfrenta, como miembro de la UE, a dos grandes retos en relación con la Convención y el Protocolo. El primero es conseguir que la UE y España cumplan efectivamente su compromiso de reducir las emisiones un 8% en su conjunto, y de limitar su crecimiento al 15% en el caso de España. El segundo se refiere a la necesidad de estudiar los nuevos compromisos de limitación y reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> para más allá del año 2012.

## **16.1 MEDIDAS E INSTRUMENTOS INTERSECTORIALES**

Si bien en los siguientes apartados se hará un repaso a las posibles políticas y medidas sectoriales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; no obstante, también existen otras medidas e instrumentos de carácter transversal que pueden aplicarse a todos los sectores, o desarrollarse en forma de planes multisectoriales que fomenten el ahorro y la eficiencia en el uso de los recursos, la modificación de las pautas de consumo, la eliminación de procesos o actividades superfluas o totalmente innecesarias, etc.

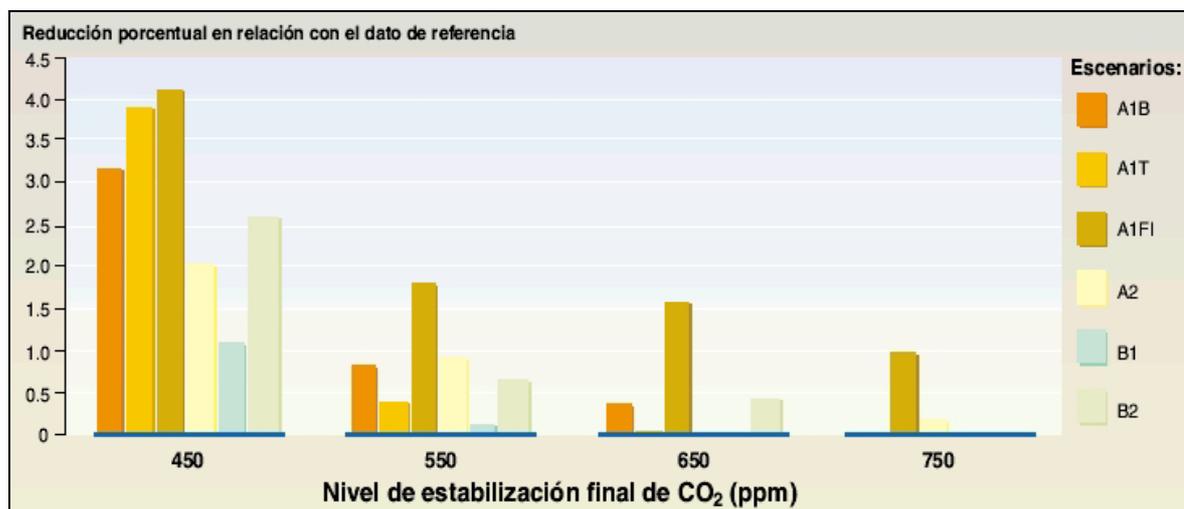
En cualquier caso, la introducción del problema del cambio climático como un elemento más en el análisis de la política ambiental debe forzar un replanteamiento abierto de todas las políticas sectoriales, para indagar los efectos de sus actividades en el ciclo completo. Existen muchos ejemplos, sobre todo en los sectores energético e industrial, de bienes cuyo consumo final produce menos emisiones; aunque si se estudia el ciclo completo, se observa que su producción ha requerido una mayor utilización de energía y, consecuentemente, mayores emisiones en su conjunto.

Incluso en el caso que nos ocupa, es necesario distinguir entre contaminación atmosférica -en el sentido de polución- y emisiones de gases de efecto invernadero, pues aunque desde un punto de vista ambiental pueda ser conveniente trasladar las emisiones fuera del ámbito urbano, hay que evaluar si las políticas ambientales en dicho ámbito están conduciendo a mayores emisiones de gases de efecto invernadero. Esto no debe implicar directamente un cambio en las políticas de planificación del territorio; sino un análisis más profundo de las implicaciones que las distintas políticas sectoriales tienen sobre las causas y efectos del cambio climático.

### **16.1.1 El coste de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero**

Los estudios que evalúan el coste de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para lograr estabilizar su concentración a un determinado nivel indican que dicho coste es mayor cuanto menor sea el nivel de estabilización. Si bien el incremento global del coste es relativamente moderado al pasar de 750 a 550 ppm (Ilustración 21, página 77), aumenta notablemente si se desciende hasta 450 ppm (estos estudios analizados por el IPCC no incorporan los efectos de la posible secuestro de carbono y sólo estudian al CO<sub>2</sub>). En cuanto a la evolución temporal de dichos costes, los modelos muestran que se parte de un mínimo en el 2020, alcanzan el máximo alrededor del año 2050, y disminuyen ligeramente hasta el 2100.

Si bien el objetivo cuantificado de reducción de emisiones para España bajo el Protocolo de Kioto -primer período de compromiso- es del +15% con respecto al año base, esta cifra representa el valor neto, lo que supone que a las emisiones brutas hay que restar los balances netos de capta-



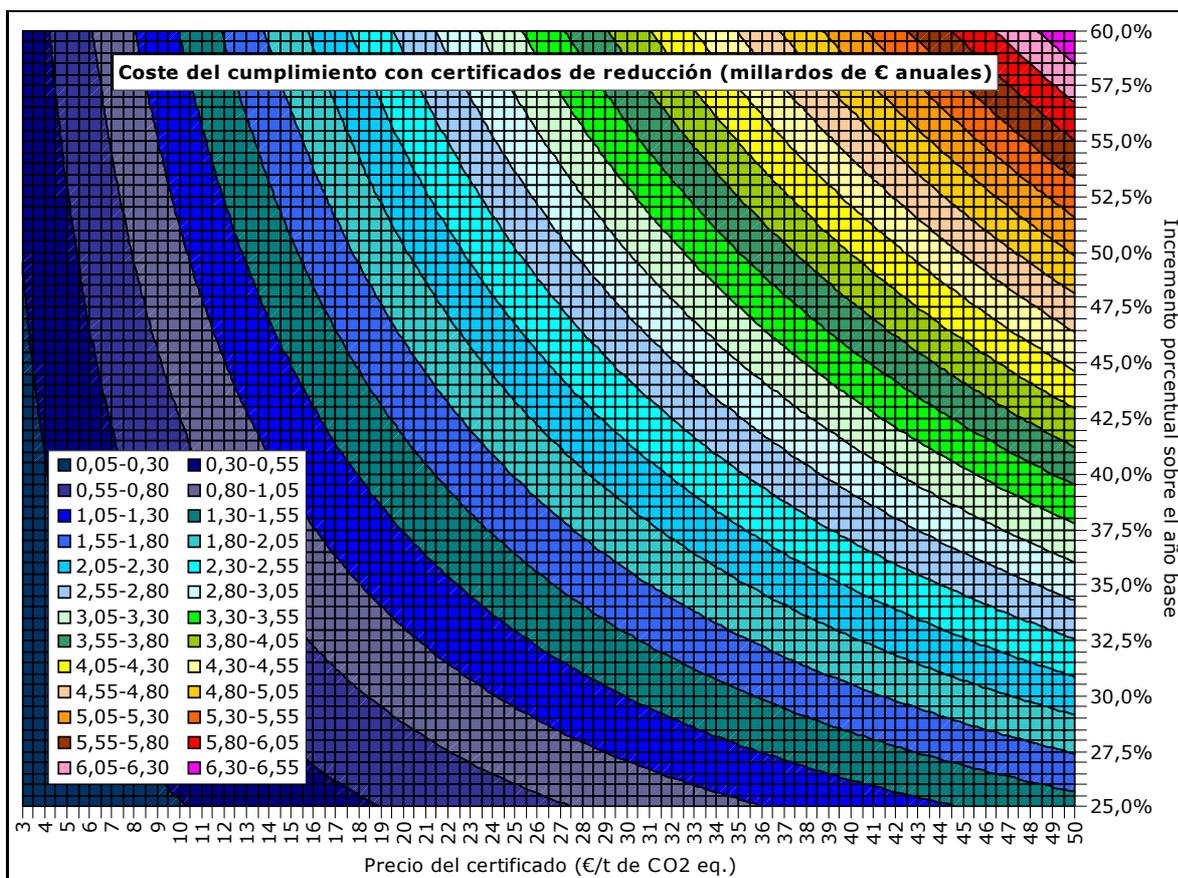
**Ilustración 21.- Coste (% PIB) en el 2050 de la estabilización atmosférica del CO<sub>2</sub>**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

ción de carbono por los sumideros y del intercambio de certificados de reducción de emisiones (en sus cuatro modalidades).

Si se tienen en cuenta las estimaciones de evolución tendencial de los principales sectores y actividades emisoras, así como los objetivos de reducción de emisiones de los diversos planes y programas sectoriales en desarrollo o cuya implementación está prevista antes del año 2012, la estimación del coste total del cumplimiento de la reducción de emisiones en base exclusivamente a la compra de certificados de reducción sería el producto del exceso de emisiones sobre la cantidad asignada inicialmente multiplicado por el precio unitario de dichos certificados. Como ejemplo inicial y básico para esta estimación, la Ilustración 22 (página 78) refleja el coste del cumplimiento de la reducción mediante la adquisición de certificados en el mercado internacional. Por ejemplo, si las emisiones brutas alcanzan el +50% con respecto al año base y el coste de los certificados se estima en 10 €/t de CO<sub>2</sub> equivalente, el cumplimiento del compromiso cuantificado del Protocolo de Kioto supondría un millardo de euros anuales durante el primer período de compromiso para el conjunto del Estado.

Obviamente, como se ha visto al principio de este capítulo y se comprobará en los siguientes apartados, existen diversos sectores y actividades con potencial de reducción apreciable a un coste marginal inferior al citado, lo que representa no sólo una oportunidad para mejorar la eficiencia de



**Ilustración 22.- Coste de cumplimiento mediante la compra de certificados**

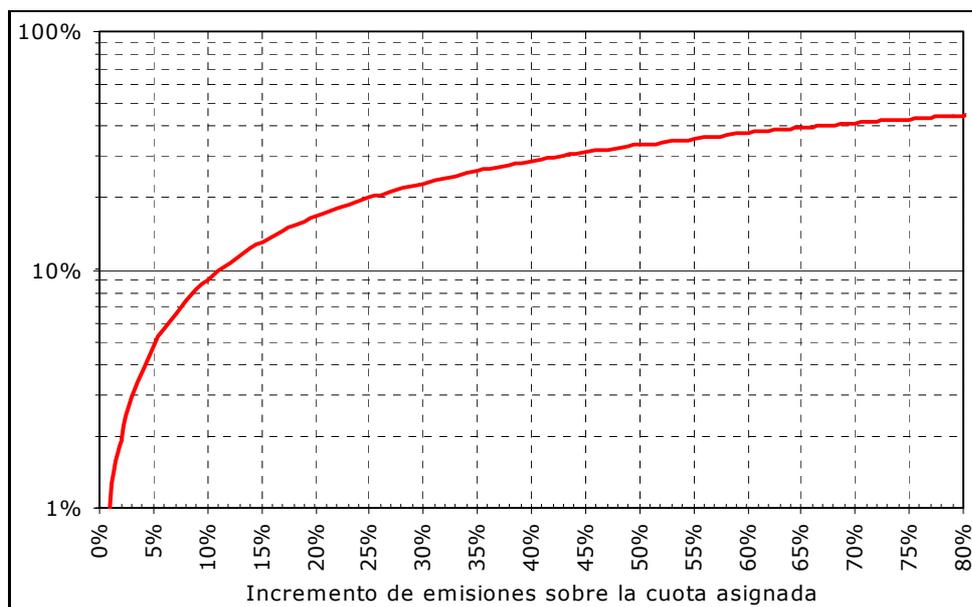
dichos sectores y, por tanto, su competitividad; sino también un modo más económico y eficiente para cumplir con el Protocolo de Kioto. Además se incumplirían sus Artículos 6 (Aplicación Conjunta) y 17 (Comercio de emisiones), que establecen que los mecanismos deben ser suplementarios a la acción doméstica de reducción o limitación de emisiones.

El principal elemento de análisis para el corto plazo en la política nacional para la lucha contra las causas del cambio climático es el reparto de la cuota asignada a España entre los sectores y actividades emisoras, es decir, imputar a cada uno de ellos un valor máximo a sus emisiones. Este análisis se debe basar en el nivel de acción doméstica a adoptar, tal como expresaba el concepto de suplementariedad durante el proceso de negociación. Así, los sectores serán responsables de reducir directamente un porcentaje determinado del exceso de emisiones sobre la cuota inicial, mientras que el porcentaje restante se cubriría con certificados de reducción. Por tanto, el coste total del cumplimiento de la reducción de emisiones derivada del Protocolo de Kioto se desagregaría entre la aplicación de las políticas sectoriales a nivel doméstico, y la adquisición o generación de certificados de reducción; aunque, en todo caso, esto último sería con carácter suplementario.

En función de las decisiones políticas que se adopten, y en el caso de sectores que requieran una imputación directa -vía tasas- sobre las emisiones de una determinada actividad con el objeto de adquirir certificados de reducción, el valor real de la misma podría ser inferior al coste de los certificados si dicho valor unitario se repartiera entre todas las emisiones producidas. A tal efecto existen dos posibilidades extremas: imputar el coste del certificado a la unidad de emisión cuando se supera la cuota -coste marginal igual al coste del certificado-, o repartir el coste del exceso entre todas las emisiones producidas. En este segundo caso, si la cuota asignada al sector es  $\Omega$  y se sobrepasa en una cantidad  $\delta$ , el factor multiplicador del coste (Ilustración 23, página 79) sería:

$$F = \frac{\delta}{\Omega + \delta}$$

Este tipo de decisiones políticas son críticas para la planificación a medio y largo plazo, pues determinan el coste del cumplimiento para las empresas, que pueden ver desincentivadas algunas inversiones para la mejora de procesos en función de la opción por la que se adopte; aunque el



**Ilustración 23.- Factor multiplicador del precio de los certificados**

coste total para el sector sea, aparentemente, el mismo. Para una empresa esta segunda opción sería más favorable si el exceso -en porcentaje- sobre su cuota asignada supera al exceso real del sector, dado que el coste se repartiría entre todas las empresas, cumplan o no cumplan su cuota. También es cierto que determinados sectores o actividades tienen limitadas sus opciones, dado que sólo pueden optar por la segunda.

En cualquier caso, cada tipo de sistema impositivo -incluso la teórica posibilidad de imputar el coste de los certificados de reducción a otras figuras impositivas directas o indirectas- tiene sus propias complejidades y posibilidades, las cuales deben ser analizadas en su conjunto dentro de cada uno de los sectores económicos y en el marco de la política fiscal del Estado.

**16.1.2 Política impositiva**

La política impositiva es un instrumento fundamental para lograr los objetivos fijados en el Protocolo de Kioto. En este sentido, el Consejo de la UE, en su reunión del 12 de diciembre de 2001, ha recordado que las medidas fiscales también tienen un importante papel que desempeñar como parte de una combinación adecuada de instrumentos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y que deberían proyectarse como complemento de otros instrumentos y contribuir a la mejora de los precios relativos a favor de opciones que no producen, o apenas producen, emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo en cuenta las consideraciones de carácter social y económico. Por ejemplo, mediante las medidas fiscales introducidas por el Real Decreto Legislativo 2/2003, de 25 de abril, de Medidas de Reforma Económica, se continúa avanzando en la línea emprendida de estimular fiscalmente a quienes participan de manera activa en la mejora del medio ambiente.

De acuerdo con todo ello, se considera necesario seguir explorando los modos de avanzar en la incorporación de las consideraciones relativas al cambio climático en la política fiscal, incluso planteándose la posibilidad de una revisión de la misma en aquellos aspectos que puedan favorecer el cumplimiento de los objetivos indicados, de manera compatible con objetivos fundamentales de política económica como son el fomento de la competitividad de las empresas, el bienestar de los ciudadanos y el desarrollo económico.

**16.1.3 Ordenación del territorio**

El territorio español posee algunas características diferenciales básicas respecto a otros países de su entorno que implican importantes retos a la política de ordenación y planificación del territorio. Entre ellas se encuentran:

- La difícil orografía constituye un condicionante permanente para el trazado de las redes terrestres.
- La fuerte concentración de población y actividad económica en un reducido número de grandes ciudades del litoral produce importantes vacíos de urbanización que penalizan las interrelacio-

nes y los procesos de difusión.

- El modelo territorial aparece configurado por unos ejes o corredores con distinto grado de consolidación.
- Las grandes ciudades tienen importantes problemas de concentración, congestión, desestructuración urbana de las periferias, degradación ambiental, deterioro y declive de los espacios centrales.
- La irregular distribución de los recursos hídricos en el tiempo y en el espacio, origina déficit hídricos que afectan a algunas de las zonas más dinámicas del territorio.
- La presión ejercida por las actividades residenciales, turísticas e industriales sobre el litoral, limita la puesta en valor de los potenciales de este ámbito territorial.
- La gran cantidad de territorio poblacionalmente no ocupado y de zonas rurales en proceso de abandono.

El desarrollo económico de las últimas décadas ha conducido a un sistema urbano en el que muchas de las medidas para reducir el consumo de energía o limitar la emisión de gases contaminantes son caras o socialmente difíciles de aplicar. Este sistema puede entrar en crisis si se produce una limitación radical de las emisiones de ciertos gases, y en particular si a consecuencia de estas medidas ciertos medios de producción de la energía se encarecen significativamente. Es más, el consumo energético y la emisión de gases de efecto invernadero están altamente relacionados con el modelo de desarrollo territorial y urbano que se diseña, dado que éste define las características de elementos tales como la generación de desplazamientos, el tipo de transporte urbano e interurbano que se utiliza, las tipologías urbanas de consumo de energía, la densidad urbana, etc.

El tratamiento preventivo debe ser el elemento prioritario en la selección de alternativas, mediante la adecuada valoración de las necesidades de infraestructuras, la definición de criterios de ordenación territorial, la evaluación precisa de los impactos y la previsión de las partidas presupuestarias necesarias para afrontar soluciones menos agresivas con el entorno, o mediante la financiación de los sobrecostes derivados de las medidas correctoras.

Las consideraciones a tener en cuenta en la planificación del territorio con respecto al cambio climático se derivan de la exigencia de la protección del entorno natural para que éste no se vea degradado o alterado, y produzca un proceso de retroacción sobre el sistema climático.

#### **16.1.3.1 Contexto y situación de partida**

La planificación territorial es un instrumento que permite a las diferentes Administraciones con competencias en materia territorial distribuir las actividades humanas de forma que supongan un mínimo impacto en el entorno en el que se desarrollan. La organización territorial debe coordinar las actividades de los núcleos urbanos y rurales en el territorio (educación, sanidad, transporte, equipamientos de saneamiento y depuración, de ocio, etc.), las vías de comunicación (carretera, ferrocarril, aeropuertos), las comunicaciones y los futuros desarrollos urbanísticos, y priorizar las alternativas que optimicen el consumo de recursos y que sean compatibles con el desarrollo sostenible.

En todo este conjunto de relaciones existe un denominador común, el consumo de la energía. Entre las principales repercusiones que generan las actividades ligadas al sector energético sobre el medio ambiente están las referidas al uso del suelo, la demanda y contaminación del agua, y la contaminación de la atmósfera. Los usos energéticos originan problemas de contaminación atmosférica, tanto en las ciudades como en áreas regionales más amplias, por emisiones de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, metales, compuestos orgánicos volátiles, y de formación de ozono, que afectan a la salud de las personas y su entorno. El consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero provocan cambios que pueden cuestionar el modelo de desarrollo y por tanto el modelo energético que soporta a la sociedad.

El actual esquema territorial se vertebra en torno a grandes núcleos de población frente a otros espacios de baja densidad y estructura urbana débil. La periféricidad o aislamiento está asociado a acceso insuficiente a las redes europeas materiales (transporte y comunicaciones) e inmateriales (enseñanza y difusión del conocimiento). La centralidad genera otras debilidades: la congestión urbana, congestión del tráfico y movilidad, con predominio del transporte privado, todo unido a unos costes ambientales elevados por la alta ocupación del suelo.

A este conjunto de fenómenos de la urbanización se ha de añadir las tendencias actuales de las zonas urbanas a expandirse al exterior, generalmente a mayor velocidad que el crecimiento de la población, reduciendo la densidad de la población de las zonas metropolitanas. Otro hecho a destacar es el actual precio del suelo, unido a la posibilidad que ofrece el vehículo privado en cuanto a los desplazamientos, lo que ha permitido la construcción de centros comerciales, supermercados y grandes almacenes que ofrecen un único espacio para acceder fácilmente a una amplia variedad de tiendas, con aparcamiento gratuito y actividades de ocio. Superados los conceptos de urbanismo donde las viviendas se construían próximas a las zonas industriales, los actuales planes de

ordenación clasifican el suelo según sus usos o lo que es lo mismo, según la especialización del espacio urbano en dotacional, residencial, industrial, garaje-aparcamiento y servicios terciarios, lo que provoca desplazamientos diarios del trabajo a la vivienda, de la vivienda a los lugares de ocio, etc. El aumento de las zonas residenciales y de la actividad económica en la periferia ha supuesto un aumento de la movilidad, motivado por los precios del suelo que desplazan las zonas residenciales y las inversiones.

Este esquema de desarrollo está suponiendo importantes impactos en los ecosistemas y en el medio ambiente más urbanizado, con suficientes debilidades territoriales que justifican la búsqueda de iniciativas de reurbanización y de nuevos sistemas que ordenen las relaciones territoriales, con criterios de sostenibilidad, eficiencia y redistribución social.

#### **16.1.3.2 La nueva política de urbanismo y de ordenación del territorio**

Una nueva política de urbanismo y de ordenación del territorio acorde con un desarrollo sostenible deberá obedecer a seis grandes criterios:

- Un diseño urbano y una política territorial acorde con criterios sociales y ambientales.
- El desarrollo equilibrado de las infraestructuras de transporte.
- El fomento de los sistemas de telecomunicaciones y los servicios de la sociedad de la información.
- Un tratamiento adecuado de los residuos.
- Una gestión adecuada de la oferta y de la demanda en el sector energético.
- La promoción de la participación social, que garantice el necesario respaldo de los ciudadanos a las políticas puestas en marcha.

El diseño urbano y de la política territorial se ha de articular con criterios sociales y ambientales, permitiendo la reducción de los desplazamientos vivienda/trabajo, vivienda/ocio, etc. Dejando atrás el modelo automovilístico de las ciudades. Para ello se ha de recuperar la ciudad densa y fomentar los servicios de proximidad, adaptando los cascos históricos a las exigencias actuales de habitabilidad.

El nuevo urbanismo debe poner en marcha mecanismos de rehabilitación de edificios, equipamientos y de antiguos edificios industriales adaptándoles a las nuevas exigencias de los ciudadanos. Desde el punto de vista ambiental y energético, la proliferación de edificios vacíos en el centro de las ciudades es sumamente insostenible, pues contribuye al deterioro de los cascos históricos, a la expansión de las ciudades por la periferia y a la disminución de la densidad poblacional.

Revisar los conceptos tradicionales de planificación territorial donde las soluciones a los problemas pasaban preferentemente por la creación de nuevas infraestructuras. La planificación moderna debe de incluir también conceptos de gestión, optimización de operaciones y mejorar los mantenimientos de infraestructuras, equipamientos y flotas de transporte. En el sector industrial no es menos importante tener en cuenta las posibilidades que ofrecen los planes de movilidad para los empleados, dicho de otra manera gestionar la forma del desplazamiento para optimizarla.

El fomento de los sistemas de telecomunicación y los servicios de la Sociedad de la Información; potenciando la calidad de los servicios de telecomunicaciones con redes de banda ancha y transmitiendo de forma electrónica conocimientos, ideas e información permite sustituir el transporte físico de personas y bienes. Se deberá favorecer por ello la implantación efectiva del teletrabajo, aplicaciones de trabajo colaborativo y de videoconferencia. Por último no hay que olvidar, que las tecnologías de la información y las comunicaciones pueden favorecer un mejor uso de los propios sistemas de transporte.

No menos importantes son las tareas de promoción para conseguir la participación social. Una vez que las instituciones hayan definido la política territorial acorde con la realidad. Esta deberá ser trasladada de la forma más efectiva posible a la ciudadanía y a los agentes sociales. El ciudadano debe entender que se está potenciando la mejora de los servicios, con servicios de proximidad, sustituyendo el concepto tradicional de resolver 'los problemas de movilidad, aumentando únicamente la red de infraestructuras'. Se han de superar los viejos planteamientos de movilidad por nuevos conceptos, reforzando la posibilidad del ciudadano de acceder a las mismas prestaciones pero con otros medios (accesibilidad), valorando calidad de vida frente al mantenimiento de una imagen social debida a desfasados roles de estatus social.

Respecto del resto de los criterios citados, una nueva política de urbanismo y ordenación del territorio acorde con un desarrollo sostenible deberá basarse en las consideraciones y medidas recogidas para cada uno de esos criterios en los apartados específicos de esta Estrategia.

#### **16.1.4 Ahorro y eficiencia en el consumo de energía**

El concepto de ahorro y eficiencia implica la adopción de un conjunto de medidas destinadas a la utilización racional de la energía actuando sobre la demanda para reducir el consumo de energía o favorecer la utilización de las formas menos contaminantes mediante la discriminación de la ofer-

ta en distribución.

El objetivo de cualquier Plan Nacional en este campo debería ser la actuación sobre la demanda para asegurar unos importantes niveles de ahorro y eficiencia que no afecten a la competitividad, de forma que a su vez también ayuden al desarrollo de la economía y a la convergencia con el resto de los Estados miembros de la UE. No se trata tanto de reducir el consumo de energía dejando de ejecutar determinadas actividades, lo que obviamente sería un ahorro; sino utilizar tecnologías, equipos y seguir pautas de comportamiento que impliquen un menor consumo de energía obteniendo el mismo resultado. Para ello, actuaciones como el etiquetado energético y el establecimiento de estándares son fundamentales, así como las campañas de información y divulgación.

Es significativo recalcar que la propia UE considera éste un campo fundamental de actuación que afecta a todos los sectores, y así está diseñando un nuevo programa multianual de acción denominado 'Energía Inteligente para Europa 2003-06' -COM (02) 162-, con unos objetivos y actuaciones previstas muy ambiciosas tanto en demanda como en oferta.

### **16.1.5 Mejores técnicas disponibles**

La filosofía que impregna la legislación comunitaria para la integración de las consideraciones ambientales en los distintos sectores de actividad se basa en la prevención de los efectos y la reducción de las causas de la contaminación procedente de todas las actividades humanas, con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente. El fundamento jurídico de esta legislación, uno de cuyos mejores ejemplos es la Directiva de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC), se refiere a la protección ambiental; mientras que su aplicación también debe tener en cuenta otros objetivos comunitarios, como la competitividad de la industria, contribuyendo así al desarrollo sostenible.

Esta legislación establece un sistema de permisos para ciertas categorías de instalaciones industriales que invita, tanto a los titulares de las explotaciones como a las autoridades reglamentarias, a realizar un análisis integral y global del potencial de contaminación y consumo de la instalación. El objetivo general de este enfoque integrado es la mejora de la gestión y el control de los procesos industriales para garantizar un nivel elevado de protección ambiental. Para este enfoque es fundamental el principio por el que los titulares de las explotaciones deben tomar todas las medidas preventivas apropiadas frente a la contaminación, en especial mediante la aplicación de las mejores técnicas disponibles (MTD) que permitan mejorar sus prestaciones ecológicas.

El término 'mejores técnicas disponibles' se define como "la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente". Esta definición requiere las siguientes aclaraciones:

- Técnicas: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación está diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada.
- Disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el estado miembro correspondiente como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.
- Mejores: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.

### **16.1.6 Sistemas de gestión ambiental**

Los Sistemas de Gestión Ambiental constituyen una excelente herramienta -de carácter voluntario- para el cumplimiento de la normativa ambiental y la limitación o reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los sectores afectados por el Protocolo de Kioto, a través del mecanismo de control de los impactos ambientales y de mejora continua del comportamiento ambiental de la actividad. Así, la UE creó en 1993 un instrumento de ecogestión y auditoría ambiental, recientemente renovado por el Reglamento nº 761/2001/CE de 19 de marzo, cuya aplicación y control corresponde a las Administraciones Públicas, que a su vez es compatible con el sistema propuesto en la norma ISO 14001.

El 6º Programa de Acción Ambiental propone la conveniencia de fomentar y apoyar la implantación de los Sistemas de Gestión Ambiental en el sector empresarial como una vía para favorecer una producción y un mercado más sostenible y compatible con el medio ambiente. Estos sistemas proporcionan a las empresas una serie de ventajas, ya que facilitan el ahorro de recursos (agua, energía, materias primas, etc.), lo que indirectamente se traduce en una disminución de las emisiones globales del proceso productivo. A la vez son un buen instrumento de comunicación con la sociedad, a través de la Declaración Ambiental Validada, en la que se puede comunicar el porcentaje de reducción de emisiones logrado y su repercusión sobre el cambio climático.

Así mismo, la implantación permite la formación e implicación de los trabajadores, incrementándose de esta forma su grado de concienciación y participación activa en la consecución de los objetivos y metas medioambientales formulados en la política ambiental de la organización, entre ellos los derivados y relacionados con el cambio climático.

Por todo ello, se considera conveniente el apoyo a la implantación de Sistemas de Gestión Ambiental en todos los sectores de actividad afectados por el Protocolo de Kioto, como medida de carácter voluntario, a disposición tanto del sector público como del privado, para favorecer la reducción o limitación de las emisiones globales de los gases de efecto invernadero.

## 16.2 EMISIONES POR SECTORES

En cuanto a la situación particular de España en lo relativo al inventario nacional de emisiones

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Transformación y producción de energía	84.672,5	0,65%	2,09%	8,57%	8,79%	25,90%	25,37%
Industrias: combustión y procesos	70.137,4	0,28%	-7,39%	15,74%	18,69%	27,66%	30,17%
Transporte	58.505,8	3,18%	7,71%	14,58%	23,89%	44,88%	56,77%
Residencial, comercial e institucional	18.104,7	18,79%	11,02%	14,43%	21,04%	29,81%	35,26%
Agricultura y ganadería	46.786,7	0,16%	-2,72%	0,10%	6,19%	12,63%	15,37%
Gestión de residuos	9.401,4	5,41%	20,19%	24,15%	39,44%	48,49%	61,11%
TOTAL del año 1990	287.608,5	2,29%	1,29%	11,04%	15,62%	29,01%	33,09%
TOTAL del año base	289.850,6	1,50%	0,51%	10,18%	14,73%	28,02%	32,06%
Dióxido de carbono	227.399,5	3,00%	2,23%	11,87%	15,08%	29,95%	35,11%
Metano	30.286,4	0,91%	5,67%	11,46%	20,36%	25,76%	33,16%
Óxido nitroso	26.635,2	-0,92%	-10,90%	-3,55%	2,73%	10,42%	10,69%
Carburos hidrofluorados	2.403,2	-9,33%	-6,03%	93,30%	154,90%	198,10%	120,03%
Carburos perfluorados	828,4	-4,99%	-4,18%	-4,59%	-5,31%	-16,03%	-72,38%
Hexafluoruro de azufre	55,8	9,86%	20,97%	67,74%	118,46%	232,44%	280,47%
Búnqueres internacionales	15.352,1	9,04%	6,55%	8,53%	68,32%	76,26%	99,13%

**Tabla 10.- Evolución de las emisiones nacionales con respecto a 1990**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

de gases de efecto invernadero, en la Tabla 10 (página 83) se observa la evolución de estas emisiones según la clasificación de actividades que se utilizará en los siguientes apartados para analizar las posibles políticas y medidas sectoriales para reducirlas. Las emisiones por actividades de estas 6 grandes categorías -producción y transformación de energía; sector industrial; transporte; sectores residencial, comercial e institucional; sector agrario; y gestión de residuos- se detallarán en dichos apartados, para compaginar los datos de emisiones con las políticas y medidas que pueden actuar sobre ellas<sup>19</sup>.

Sin embargo, el crecimiento relativo de dichas emisiones no es el único factor para estudiar

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	TOTAL
Transformación y producción de energía	27,37%	0,67%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	28,37%
Industrias: combustión y procesos	21,00%	0,05%	1,38%	1,41%	0,21%	0,04%	24,09%
Transporte	21,57%	0,07%	0,41%	0,00%	0,00%	0,00%	22,05%
Residencial, comercial e institucional	6,20%	0,22%	0,23%	0,00%	0,00%	0,00%	6,65%
Agricultura y ganadería	3,07%	6,40%	5,62%	0,00%	0,00%	0,00%	15,09%
Gestión de residuos	0,16%	3,23%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	3,75%
TOTAL	79,37%	10,64%	8,33%	1,41%	0,21%	0,04%	
Búnqueres internacionales	6,54%	0,01%	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	6,61%

**Tabla 11.- Reparto de las emisiones nacionales en el periodo 1990-2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

dónde se debe actuar prioritariamente. Así, en la Tabla 11 (página 83) se muestra el reparto porcentual de las emisiones clasificado por gases y actividades como promedio del periodo 1990-2001.

<sup>19</sup> Aunque se cita en varios apartados del documento, y como salvedad a la relación entre emisiones y políticas sectoriales, es importante recordar que las emisiones derivadas de la producción de electricidad para la red general de distribución se computan en el sector de transformación y producción de energía, independientemente de dónde y en qué se consume dicha electricidad.

Para analizar el comportamiento y tendencias de los sectores también es interesante ver cómo evoluciona el anterior reparto de las emisiones nacionales a lo largo de dicho periodo (Tabla 12, página 84); así como las emisiones nacionales -y su promedio quinquenal- en función de dos de los

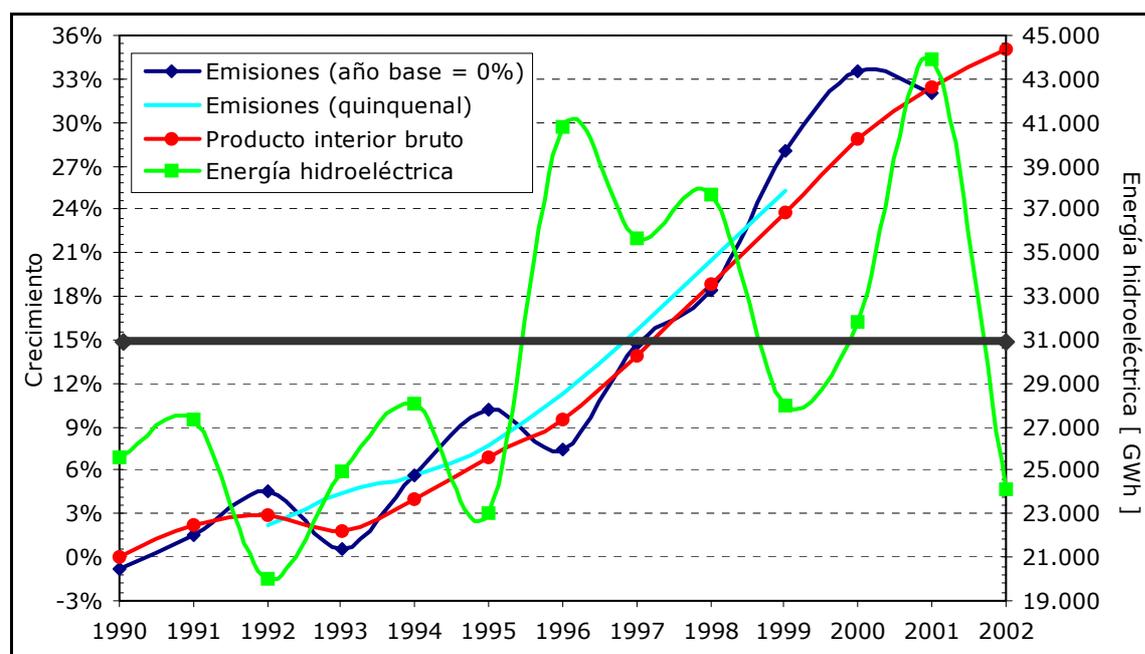
GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
Transformación y producción de energía	29,44%	28,97%	29,67%	28,78%	27,70%	28,73%	27,73%
Industrias: combustión y procesos	24,39%	23,90%	22,30%	25,42%	25,03%	24,13%	23,85%
Transporte	20,34%	20,52%	21,63%	20,99%	21,80%	22,84%	23,96%
Residencial, comercial e institucional	6,29%	7,31%	6,90%	6,49%	6,59%	6,34%	6,40%
Agricultura y ganadería	16,27%	15,93%	15,62%	14,67%	14,94%	14,20%	14,10%
Gestión de residuos	3,27%	3,37%	3,88%	3,65%	3,94%	3,76%	3,96%
Dióxido de carbono	79,07%	79,61%	79,80%	79,65%	78,69%	79,64%	80,27%
Metano	10,53%	10,39%	10,99%	10,57%	10,96%	10,26%	10,54%
Óxido nítrico	9,26%	8,97%	8,15%	8,04%	8,23%	7,93%	7,70%
Carburos hidrofluorados	0,83%	0,74%	0,77%	1,46%	1,84%	1,93%	1,38%
Carburos perfluorados	0,29%	0,27%	0,27%	0,25%	0,24%	0,19%	0,06%
Hexafluoruro de azufre	0,02%	0,02%	0,02%	0,03%	0,04%	0,05%	0,05%

**Tabla 12.- Evolución del reparto sectorial de las emisiones nacionales**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

factores que las guían: producto interior bruto y producción hidroeléctrica (Ilustración 24, página 84).

Por todo lo anterior, en este capítulo se analizan no sólo programas y medidas ya existentes;



**Ilustración 24.- Crecimiento de las emisiones y factores subyacentes**

(Fuente: Ministerios de Medio Ambiente y de Economía)

sino que se proponen nuevas actuaciones que permitan a España cumplir adecuadamente sus compromisos con la comunidad internacional en materia de cambio climático. Hay que señalar, así mismo, que las líneas de acción que se proponen serían positivas desde el punto de vista de la política ambiental -y por tanto de la calidad de vida de los españoles y de nuestros ecosistemas-, incluso si no se confirmaran las predicciones más pesimistas sobre el futuro del clima; pero además, en no pocos casos, estas acciones son buenas per sé en términos de modernización y desarrollo económico.

### 16.3 BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL DEL CONSUMO FINAL Y PRIMARIO DE TODAS LAS FUENTES FIJAS Y MÓVILES

Los sectores energéticos constituyen por sí mismos una parte muy importante de la actividad económica y su mayor relevancia reside en que son servicios imprescindibles para el desarrollo y la vida diaria de los ciudadanos, e incorporan un valor estratégico innegable al resto de los sectores de la economía, en los que por naturaleza constituyen un factor determinante de su propia competitividad. El suministro energético en condiciones óptimas de seguridad, calidad y precio, y respeto

al medio ambiente constituye el objetivo básico en la definición de una política energética.

### 16.3.1 Perspectivas energéticas para esta década

El crecimiento del consumo primario o total de energía es previsible que cambie sustancialmente en la próxima década, fundamentalmente asociado a la propia evolución de la economía, las nuevas ofertas energéticas, la introducción de nuevas tecnologías y la progresiva saturación de algunos mercados. También las previsiones<sup>20</sup> indican que en el período 2000-11 la intensidad energética primaria de la economía española tendrá un punto de inflexión, tendiendo a estabilizarse en los últimos años del período.

El balance energético futuro español vendrá marcado por un mayor aporte de energías limpias y renovables, una creciente participación del consumidor final en el contexto de un mercado liberalizado, que asegure un uso racional y eficiente de la energía y una introducción masiva de tecnología que permita un sensible incremento de la eficiencia energética.

En cuanto al Balance Energético por productos, las estimaciones en el entorno del año 2011 indican que seguirá siendo predominante el peso de los hidrocarburos, y entre ellos el gas natural la fuente energética de mayor crecimiento. El consumo de petróleo aumentará menos que el total de energía, aunque mantendrá un peso próximo a la mitad del total, debido a su utilización como combustible en el sector del transporte, que será el de mayor crecimiento de demanda.

En cuanto a las energías renovables, dado el incremento actualmente previsto de la demanda de energía, superior a las previsiones realizadas en el Plan de Fomento de las Energías Renovables, se verán aumentadas las producciones de algunos tipos de energía que figuran en el mismo, a fin de mantener el objetivo de que las energías renovables aporten el 12% del consumo total de energía al final del período de previsión.

#### 16.3.1.1 Consumo de energía final

El consumo de energía final en España en el Escenario Base en el período de previsión (Tabla 13, página 85) se estima crecerá al 3,48% anual, alcanzando 131.560 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep) en 2011. El crecimiento en 2000-06 se estima en un 3,68% anual, superior al del segundo, con un 3,25% anual. Esta desaceleración del crecimiento se justifica, a pesar del mayor crecimiento económico previsto, por la mejora de eficiencia energética y la progresiva saturación de algunos mercados al final del período de previsión.

La demanda de energía eléctrica final se estima que aumentará el 3,60% en 2000-06 y 3,92% en 2006-11, con una media en el período de previsión del 3,75% anual. Esta tasa supone acercarse a su crecimiento al del PIB, lo que se corresponde con un mercado más desarrollado que el actual y

	1990		2000		2006		2011		2006/2000	2011/2006	2011/2000	2011/1990
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	% anual			%
Carbón	4.271	6,8	2.546	2,8	2.378	2,1	2.219	1,7	-1,13	-1,37	-1,24	-48,0
Productos petrolíferos	40.893	65,0	55.587	61,6	66.580	59,4	75.777	57,6	3,05	2,62	2,86	85,3
Gas	4.531	7,2	12.319	13,6	18.820	16,8	23.863	18,1	7,32	4,86	6,20	426,7
Electricidad	10.974	17,5	16.207	18,0	20.040	17,9	24.289	18,5	3,60	3,92	3,75	121,3
Energías renovables	2.197	3,5	3.607	4,0	4.310	3,8	5.412	4,1	3,01	4,66	3,76	146,3
TOTAL	62.866		90.266		112.128		131.560		3,68	3,25	3,48	109,3

Tabla 13.- Consumo de energía final

(Metodología: AIE; fuente: Ministerio de Economía)

ligeramente por encima de la tasa de crecimiento de la energía final total debido al mayor crecimiento de la demanda en el sector servicios, al significativo aumento del número de hogares y el mayor equipamiento de los mismos, junto con la continuidad del aumento de capacidad de sectores industriales cuyo consumo energético es fundamentalmente eléctrico.

Comparando las tasas de variación del PIB, de la demanda eléctrica final en España y de sus precios, se observa una progresiva convergencia desde los años 80, aunque con un crecimiento mayor de la demanda eléctrica en los últimos años, derivada no sólo del crecimiento económico sino también del significativo descenso de precios en términos reales, lo que ha provocado un au-

<sup>20</sup> Las estimaciones para los años 2006 y 2011 (Tabla 13.- Consumo de energía final, Tabla 14.- Consumo de energía primaria, Tabla 17.- Previsión de la evolución de las emisiones de producción y transformación de la energía, e Ilustración 25.- Estructura de la generación eléctrica) se han obtenido a partir de los escenarios de demanda de energía previstos en el documento 'Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas. Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011'. Como tales estimaciones, están sujetas a las periódicas revisiones que tiene establecidas la Planificación.

mento de la intensidad eléctrica por aumento del equipamiento de los hogares, nuevos usos y crecimiento en el sector servicios e industria intensiva en consumo eléctrico.

### 16.3.1.2 Consumo de energía primaria

El consumo de energía primaria en España (Tabla 14, página 86) crecerá a una tasa del 3,09% anual, alcanzando en 2011 un total de 174.987 ktep, tasa inferior a la de la energía final, debido a la estructura de generación eléctrica prevista. Esta demanda se obtiene como resultado de sumar al consumo de energía final no eléctrico los consumos en los sectores energéticos (consumos propios y consumos en transformación, especialmente en generación eléctrica) y las pérdidas.

En la estructura de abastecimiento se observa un importante cambio respecto a la situación actual, al aumentar de forma importante el peso del gas natural y las energías renovables y descender el del carbón y la energía nuclear, todo ello derivado, fundamentalmente, del cambio en la

	1990		2000		2006		2011		2006/2000	2011/2006	2011/2000	2011/1990
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	% anual			%
Carbón	18.831	20,6	21.635	17,3	17.999	12,0	14.363	8,2	-3,02	-4,41	-3,66	-23,7
Petróleo	47.741	52,1	64.663	51,7	75.315	50,3	83.376	47,6	2,57	2,05	2,34	74,6
Gas natural	5.000	5,5	15.223	12,2	26.905	18,0	39.305	22,5	9,96	7,88	9,01	686,1
Nuclear	14.138	15,4	16.211	13,0	16.570	11,1	16.602	9,5	0,37	0,04	0,22	17,4
Energías renovables	4.663	6,5	7.061	5,6	12.464	8,3	20.956	12,0	9,93	10,95	10,39	349,4
Saldo eléctrico	-36	-0,1	382	0,2	385	0,3	385	0,2	0,13	0,00	0,07	N.A.
<b>TOTAL</b>	<b>90.337</b>		<b>125.175</b>		<b>149.638</b>		<b>174.987</b>		<b>3,02</b>	<b>3,18</b>	<b>3,09</b>	<b>93,7</b>
Emisiones (kt CO <sub>2</sub> )	209.311		287.198		323.100		361.000		1,98	2,24	2,10	72,5

**Tabla 14.- Consumo de energía primaria**

(Metodología: AIE; fuente: Ministerio de Economía)

estructura de generación eléctrica. El petróleo pierde peso ligeramente, al crecer menos que el total de energía, pero se mantiene como la principal fuente de abastecimiento energético.

- El consumo total de carbón bajará un -3,66% anual, correspondiendo el 85% del consumo total en 2011 al de centrales eléctricas. Este descenso supone que el consumo total de carbones de todos los tipos en 2011 estará alrededor de 14.363 ktep, frente a 21.635 ktep en el 2000.
- El consumo total de petróleo ascenderá a 83.376 ktep en 2011, un incremento anual del 2,34%, tasa significativamente inferior a la del total de energía y derivada de los consumos finales, en particular del transporte, ya que su peso en la estructura de generación eléctrica es poco significativo y aún descenderá más por su sustitución por gas natural, especialmente en los sistemas eléctricos extrapeninsulares.
- La demanda total de gas natural en 2011 se estima de 39.305 ktep. Es la energía primaria que más crece, con un aumento del 9,01% anual, alcanzando su peso en el consumo total de energía un 22,5%. Tanto en petróleo como en gas, se estima que el crecimiento de la demanda se ralentizará en el último quinquenio del período de previsión, coincidiendo con la progresiva saturación de algunas demandas finales.
- Las energías renovables, incluyendo la hidráulica, contribuirán en 2011 al balance total con 20.956 ktep, superior a lo previsto en el Plan de Fomento. Esta cifra supone un 12,0% del total de energía demandada en 2011.
- La producción de energía eléctrica de origen nuclear alcanzará un peso del 9,5% del total de energía primaria en 2011, manteniendo sensiblemente su nivel actual de producción.

## 17 PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA

El sector energético -producción y transformación de energía- de los países desarrollados es uno de los más importantes en el conjunto de la economía nacional por su carácter estratégico, derivado de la necesidad de consumo en prácticamente todas las actividades económicas, y su importancia industrial. Este sector es muy intensivo en capital, contribuyendo con sus inversiones al desarrollo de otras muchas actividades, como la construcción, bienes de equipo, etc.

### 17.1 EMISIONES DE LA PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA

Este sector -producción y transformación de la energía- comprende las emisiones procedentes de combustibles quemados para la producción de energía y la conversión de formas primarias de energía en formas secundarias y posteriores transformaciones (pirólisis de carbón para obtener coque, transformación de petróleo crudo a derivados -refino-, o quema de gas natural para obtener electricidad). También se incluyen las emisiones fugitivas -no debidas a la combustión- de las acti-

vidades de producción, procesado, almacenamiento y distribución de petróleo, gas natural y gases licuados, además de las originadas en la extracción y primer tratamiento de combustibles sólidos-hulla, antracita, y lignitos negro y pardo-, en actividades de minería a cielo abierto o subterránea.

Según establece la metodología IPCC para la realización de inventarios, las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de biomasa para la producción de energía no se computan en este epígrafe, dado que no se consideran una emisión neta si se mantiene la producción de biomasa de año

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Electricidad por combustibles líquidos	6.304,4	17,62%	-1,22%	30,79%	-10,88%	87,16%	104,74%
Electricidad por combustibles sólidos	57.934,3	-0,61%	4,93%	9,72%	5,48%	24,29%	18,25%
Electricidad por combustibles gaseosos	433,9	-11,68%	-81,93%	-68,31%	765,06%	342,04%	642,77%
Electricidad por biomasa y otros	215,6	-12,34%	7,93%	23,42%	113,08%	118,51%	132,10%
Refino de petróleo	10.968,7	-3,02%	1,25%	15,11%	19,23%	19,11%	18,94%
Tratamiento de combustibles	2.141,5	20,16%	-13,07%	-20,85%	-12,73%	-23,38%	-22,59%
Fugitivas del carbón	4.310,6	-5,36%	-17,70%	-36,59%	-21,89%	-30,57%	-27,38%
Fugitivas del petróleo	1.799,4	-1,30%	11,94%	8,34%	8,31%	11,57%	23,27%
Fugitivas del gas natural	564,1	4,88%	4,10%	25,19%	61,30%	24,07%	71,46%
TOTAL de los años 1990 y base	84.672,5	0,65%	2,09%	8,57%	8,79%	25,90%	25,37%
Dióxido de carbono	81.330,7	0,84%	2,50%	9,00%	9,08%	27,05%	26,25%
Metano	2.413,8	-7,35%	-10,46%	-8,98%	-2,30%	-19,00%	-13,35%
Óxido nitroso	928,0	4,84%	-0,87%	16,24%	12,05%	41,48%	49,08%
Porcentaje sobre el total nacional	29,44%	28,97%	29,67%	28,78%	27,70%	28,73%	27,73%

**Tabla 15.- Evolución de las emisiones de la producción y transformación de energía**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

en año. En el caso de que este balance no fuera nulo, las emisiones netas aparecerían reflejadas en el apartado relativo al uso de la tierra como una variación del CO<sub>2</sub> almacenado en la materia viva y en el propio suelo. Sin embargo, estas consideraciones sólo afectan al CO<sub>2</sub>; pues las emisiones de los restantes gases debidas a la quema de biomasa sí se computan.

En la Tabla 15 (página 87) se muestra la variación de las emisiones del sector con respecto a 1990, mientras que en la Tabla 16 (página 87) figura el reparto porcentual de las actividades de-

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
Electricidad por combustibles líquidos	8,64%	0,00%	0,40%	9,04%
Electricidad por combustibles sólidos	67,22%	0,01%	0,17%	67,40%
Electricidad por combustibles gaseosos	1,36%	0,00%	0,02%	1,38%
Electricidad por biomasa y otros	0,33%	0,00%	0,03%	0,36%
Refino de petróleo	12,66%	0,01%	0,52%	13,19%
Tratamiento de combustibles	1,97%	0,02%	0,03%	2,02%
Fugitivas del carbón	2,14%	1,52%	0,00%	3,66%
Fugitivas del petróleo	2,12%	0,04%	0,00%	2,16%
Fugitivas del gas natural	0,02%	0,77%	0,00%	0,79%
TOTAL	96,46%	2,37%	1,17%	

**Tabla 16.- Reparto de las emisiones de la producción y transformación de energía en el periodo 1990-2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

ntro del sector como promedio del período 1990-2001.

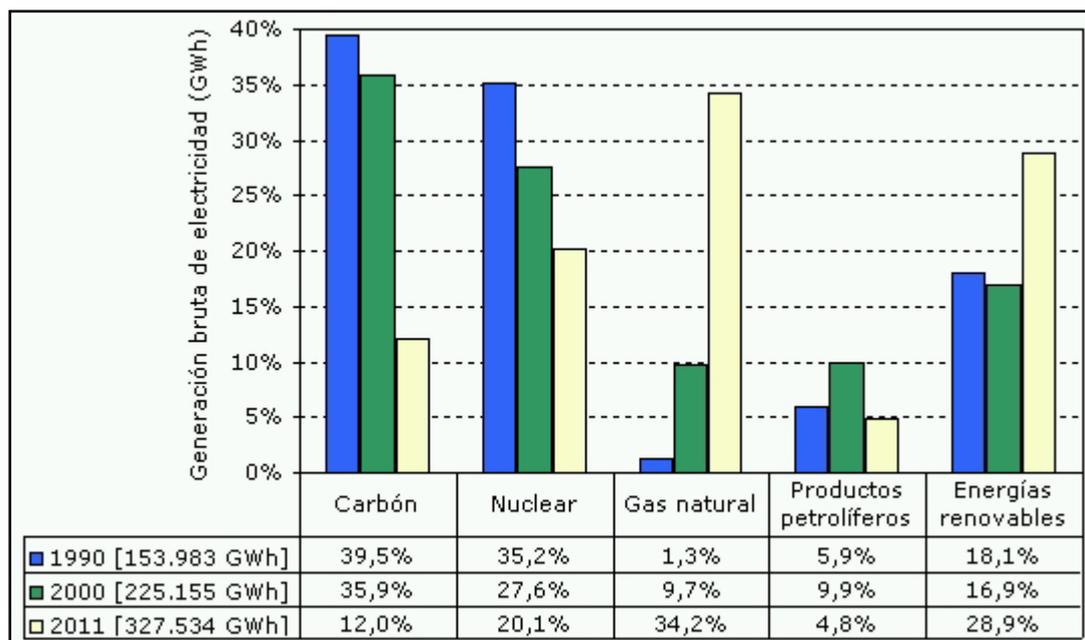
## 17.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS VIGENTES

Conforme a lo indicado en el apartado 16.3 (Balance energético nacional del consumo final y primario de todas las fuentes fijas y móviles), y en relación con la producción y suministro de energía, la previsión de los sectores transformadores es la siguiente:

- Refino de petróleo: en este sector no se esperan cambios significativos en la capacidad, aunque sí continuará la adaptación de la misma a la obtención de productos con mayor valor añadido y a las nuevas especificaciones de productos derivadas de la normativa sobre protección del medio ambiente. Las inversiones derivadas de estas nuevas exigencias suponen, en general, aumento de la intensidad energética del sector, aunque, como en el resto de la industria, se espera una moderación de dicha intensidad, derivada de la tecnología.
- Generación eléctrica por cogeneración: el consumo de gas para producción eléctrica por cogeneración, continuará creciendo en el período de previsión, aunque a una tasa inferior a la registrada en la última década. En esta evolución tendrá influencia tanto el escenario de precios

del gas como el efecto de la saturación de los sectores industriales intensivos en consumo energético, que han instalado potencia de cogeneración de forma general en los últimos años. En la próxima década se espera un aumento de la potencia en el sector servicios, derivado del crecimiento del mismo.

- Generación eléctrica, resto del Régimen Especial: como se ha indicado en el Escenario Base, se aumenta la previsión de generación eléctrica y consumo en términos de energía primaria que figura en el Plan de Fomento de las Energías Renovables.
- Generación eléctrica total: la estructura de generación registrará un cambio importante en el período de previsión, pasando del tradicional peso dominante del carbón y la energía nuclear al predominio del gas natural y las energías renovables<sup>21</sup> (Ilustración 25, página 88). Esto no implica sólo el cambio de energías primarias sino también de tecnologías de generación, pasando a ser el ciclo combinado de gas la dominante, 33,1% del total, con consecuencias posi-



**Ilustración 25.- Estructura de la generación eléctrica**

(Fuente: Ministerio de Economía)

tivas en eficiencia energética y en reducción de emisiones contaminantes específicas.

### 17.2.1 Medidas de eficiencia tecnológica

Las principales actuaciones a realizar en el lado de la oferta y especialmente en el sector de generación eléctrica mediante tecnologías limpias están recogidas en la 'Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas. Desarrollo de la Red de Transporte 2002-2011' aprobada por el Gobierno y ratificada por el Parlamento. La planificación da prioridad a la instalación de las líneas de evacuación de energía eléctrica procedente de fuentes de energías renovables y a la construcción de gasoductos que den cobertura a la demanda de gas, tanto para cogeneración como para ciclos combinados con gas natural.

Otro pilar básico de la estrategia para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en generación eléctrica lo constituye el Plan de Fomento de las Energías Renovables aprobado por el Gobierno español en 1999 y con objetivos energéticos ampliados en la planificación citada, para mantener que al menos el 12% de la demanda de energía primaria en el año 2011 se cubra con fuentes renovables. Así la Planificación prevé que la potencia de energía eólica instalada alcance los 13.000 MW en el año 2011, significativamente superior a los aproximadamente 9.000 MW previstos en el Plan de Fomento.

Por otro lado, la Planificación apuesta por la cogeneración, como tecnología eficiente, en razón de sus ventajas de ahorro energético, económicas y de disminución de emisiones. En 2001, la potencia de cogeneración instalada en España era de 5.520 MW generando aproximadamente el 11%

<sup>21</sup> El 28,9% correspondiente a generación eléctrica mediante energías renovables en el año 2011 que aparece en la Ilustración 25 se corresponde con el porcentaje de generación bruta para este tipo de fuentes. Ello es coherente con el objetivo de la Directiva 2001/77/CE, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad, que establece para España un 29,4%. Este 29,4% se refiere al consumo bruto de electricidad y no a generación bruta.

de la energía eléctrica. Se ha considerado que la cogeneración tiene un potencial suficiente para alcanzar el 17% de la demanda en el año 2011, lo que supone la previsión de una potencia instalada de 7.100 MW.

En relación con la cogeneración, que no es un sector en sí mismo, sino que se trata de una tecnología de uso multisectorial, caracterizada por transformar la energía primaria en final con un alto rendimiento de transformación, a la hora de definir las medidas de ahorro a conseguir por la cogeneración, debemos distinguir las de:

- ahorro debido a la implantación de nuevas instalaciones de cogeneración, que ya han sido citadas en el apartado anterior como eficiencia tecnológica;
- ahorro por mejora de rendimiento mediante modificación de equipos de las instalaciones ya existentes y por el aumento de la utilización de la planta en operación.

En el momento de realizar la Planificación y valorando las tecnologías energéticas disponibles, se ha identificado a los ciclos combinados con gas natural como la opción energética con más posibilidades de crecimiento, capaz de absorber los incrementos de demanda a precios competitivos y reducir significativamente las emisiones asociadas, dado su mayor rendimiento y menor consumo energético de la planta. Si bien las solicitudes de instalación de ciclos combinados, a fecha de mayo de 2003, superan los 40.000 MW de potencia, se ha considerado como objetivo a alcanzar el que en el año 2011 la potencia instalada sea de al menos 14.800 MW.

Por todo ello, como se ha indicado antes, la estructura de generación eléctrica registrará en esta década un profundo cambio, pasando del tradicional peso dominante del carbón y la energía nuclear al predominio del gas natural y las energías renovables. Esto implica no sólo la sustitución de combustibles sino también de tecnologías de generación, pasando a ser el ciclo combinado y la cogeneración con gas natural las dominantes, 33,1% del total. Le seguirán las energías renovables, con un 28,4% del total, la nuclear con un 19,4%, el carbón con un 15,0% y los productos petrolíferos con un 4,1% del total. A modo de comparación, en el 2000 el combustible dominante fue el carbón con un 35,9%, mientras el gas no superaba el 9,7% del total de generación.

Derivado del escenario descrito, y sin considerar medidas de actuación sobre la demanda<sup>22</sup>, las emisiones de CO<sub>2</sub> serían las indicadas en la Tabla 17 (página 89), donde puede observarse el cambio de tendencia de las emisiones derivadas de la generación eléctrica, debido a las medidas inclui-

	1990	2000	2011	2000 /1990	2011 /2000	2011 /1990
Generación eléctrica	64.418,0	89.784,5	92.300,0	39,4%	2,8%	43,3%
Refino de petróleo	10.534,0	12.612,8	14.700,0	19,7%	16,5%	39,5%
Combustibles líquidos: tratamiento y fugitivas	1.972,1	2.594,6	3.200,0	31,6%	23,3%	62,3%
Combustibles gaseosos: tratamiento y fugitivas	220,9	482,9	1.100,0	118,6%	127,8%	398,0%
Combustibles sólidos: tratamiento y fugitivas	4.185,7	2.856,2	1.700,0	-31,8%	-40,5%	-59,4%
TOTAL (kt de CO <sub>2</sub> )	81.330,7	108.331,0	113.000,0	33,2%	4,3%	38,9%
Escenario tendencial (kt de CO <sub>2</sub> )	81.330,7	108.331,0	139.200,0	33,2%	28,5%	71,2%

**Tabla 17.- Previsión de la evolución de las emisiones de producción y transformación de la energía**

(Fuente: Ministerios de Medio Ambiente y de Economía)

das en la Planificación de los sectores de electricidad y gas.

### 17.2.2 Medidas del lado de la demanda

Los consumos de energía final (sin considerar los de los sectores transformadores de la energía) han crecido en los últimos diez años en España un 40,4%, a pesar de que han sido importantes los aumentos de potencia de cogeneración y las inversiones y los apoyos destinados a la generación eléctrica con fuentes renovables, que han permitido que el 16,9% de la electricidad generada en 2000 provenga de estas fuentes, logrando, asimismo, una mejora de la eficiencia. Las medidas a las que se hace referencia en este apartado, aplican por un lado al sector refino y al de generación eléctrica.

En los sectores del refino y de generación eléctrica, cuyo único fin es el de transformar la energía primaria en energía final o utilizable, dotados de sus correspondientes procesos productivos, les pueden ser aplicados, como en cualquier otro sector industrial, medidas de ahorro en tecnologías horizontales (aquellas que no dependen del sector en que se utilizan) y las propias de los

<sup>22</sup> El escenario tendencial mantiene la estructura de generación y la previsión de crecimiento anterior al Plan de Fomento de las Energías Renovables y la Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas: desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.

procesos productivos de cada sector.

De las tecnologías horizontales cabe citar, como ejemplo, la de control de combustión, redes de vapor, sistema de refrigeración, gestión de vapor. De los pedidos en procesos productivos, se pueden citar la de recuperación de calor, mejora de intercambio térmico y mejora de los compresores y turbinas.

Las medidas del lado de la demanda, contempladas en la Estrategia de Eficiencia y Ahorro Energético en España, tienen entre sus objetivos fundamentales la reducción de las emisiones de los sectores consumidores finales, para ayudar a que, en conjunto, las emisiones totales derivadas del consumo y transformación de energía en España faciliten el cumplimiento de los objetivos previstos en el Protocolo de Kioto.

### 17.3 NUEVAS MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Como se puede observar, a pesar del enorme esfuerzo que supone la transformación del parque de generación para atender una demanda eléctrica creciente, al tiempo que se trata de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, el resultado final de esta planificación supone un nivel de emisiones -medido en CO<sub>2</sub> equivalente- en el año 2011 del orden de un 35% superior al de 1990. Es evidente que este porcentaje supera el objetivo medio del 15% fijado para el conjunto del Estado español. Por tanto, será necesario arbitrar medidas adicionales que permitan reducir este nivel de emisiones, además de las que resulten de la revisión prevista de la planificación.

#### 17.3.1 Medidas relativas a la estructura energética

- Impulsar las medidas oportunas para promover que las acciones de modernización del parque de generación eléctrica favorezcan las instalaciones menos intensivas en carbono y desincentiven las más intensivas, y -en todo caso- no dificulten el necesario impulso del desarrollo de energías renovables.
- Asegurar que la energía producida por cogeneración cumpla, como mínimo, el objetivo que marque la futura Directiva de Cogeneración.
- Prestar una particular y destacada atención al fomento de la biomasa, dada su relevancia al logro de los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) y su escaso desarrollo hasta la fecha. A tal efecto, impulsar cuantas medidas técnicas, administrativas y económicas sean precisas para primar esta fuente de energía e incrementar sustancialmente su desarrollo, prestando en todo caso particular atención a las implicaciones ambientales de las medidas y, en especial, a las relativas al cambio climático, así como a las características especiales de cada tecnología. Fortalecer la investigación en este campo constituye una condición básica para impulsar la biomasa. Por ello, se debe promover y potenciar esta actividad.
- Incremento de aprovechamiento hidráulico mediante la promoción de la rehabilitación de las minicentrales cerradas, mejora de las existentes y fomento de la instalación de turbinas en los embalses que carecen de ellas, siempre y cuando se respeten las exigencias ambientales establecidas respecto de caudales y del entorno fluvial.
- Procurar que los objetivos de incremento del suministro de biocombustibles fijados por la UE en la Directiva 2003/30/CE, sobre fomento del uso de biocarburantes, puedan ser superados en el caso español.
- Derivado de las previsiones establecidas por la Directiva 2003/30/CE, así como de nuevas perspectivas de aprovechamiento de ciertos residuos para obtener biodiésel (entre otros, aceites fritos y grasas animales), resultaría conveniente que se revisaran al alza los objetivos de producción de biocarburantes establecidos en el PFER.
- Fomentar acciones ejemplarizantes de las Administraciones Públicas, tales como dotar de energía solar a los Centros Educativos que lo soliciten.
- Obligatoriedad de que en la construcción y rehabilitación de los edificios de las Administraciones Públicas se instale, para el suministro de agua caliente sanitaria, energía solar térmica siempre que sea razonable desde el punto de vista coste-beneficio.
- Prestar una particular y destacada atención al fomento de la energía solar termoeléctrica, dado su nulo desarrollo en generación comercial hasta la fecha. A tal efecto, impulsar cuantas medidas técnicas, administrativas y económicas sean precisas para primar esta fuente de energía e incrementar sustancialmente su desarrollo. Fortalecer la investigación aplicada en este campo constituye una condición básica para impulsar la energía solar termoeléctrica. Por ello, se debe promover y potenciar esta actividad.
- De cara a un próximo futuro ha de tenerse en cuenta el papel del hidrógeno como combustible. Por ello debe prestarse especial atención a las tecnologías basadas en dicho combustible mediante el impulso de cuantas medidas técnicas, administrativas y económicas sean necesarias para fomentar su desarrollo, teniendo en todo caso en cuenta las implicaciones ambientales. Fortalecer la investigación en este campo constituye una condición básica. Por ello se debe promover y potenciar esta actividad, en particular en lo que se refiere a la utilización de las

energías renovables para la producción del hidrógeno.

### 17.3.2 Medidas relativas a aspectos económicos y fiscales

- La imposición de los productos energéticos constituye uno de los instrumentos de que se dispone para alcanzar los objetivos de Kioto. Es este sentido, la UE ha adoptado una Directiva por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad, a cuyas normas España habrá de adaptar su sistema fiscal en este ámbito, dando cabal cumplimiento a los compromisos aceptados al dar su conformidad a la misma. Se considera de la mayor importancia que esta Directiva se incorpore con urgencia a la legislación española. Aparte de ello, y considerando que la política fiscal medioambiental en España no debería perjudicar la competitividad de las empresas, el bienestar de los ciudadanos y el crecimiento económico, las prioridades de este campo deberían situarse en conceder incentivos fiscales y reducciones de impuestos a las empresas o personas que mejoren el medio ambiente. Por ello, debería reflexionarse sobre la ampliación de la deducción por inversiones medioambientales, directamente relacionadas con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en el impuesto sobre sociedades, así como sobre la actualización de los porcentajes y períodos máximos de amortización de instalaciones para dicha finalidad.
- Promover la reforma de las subvenciones que tengan considerables efectos negativos para el medio ambiente y sean incompatibles con el desarrollo sostenible.
- Completar la normativa vigente a fin de dotar a las inversiones de las energías renovables y cogeneración de un marco de mayor predecibilidad y seguridad económica que contribuya al fortalecimiento de este tipo de inversiones.
- Aplicación, por parte de las Entidades Locales, de las posibilidades de bonificación -que en el Impuesto sobre Actividades Económicas (IAE) se les otorga- a las empresas que utilicen o produzcan energía a partir de instalaciones para el aprovechamiento de energías renovables o cogeneración.
- Avanzar en la optimización de los instrumentos económicos para lograr una mayor eficiencia de los mismos en la promoción de la energía solar fotovoltaica.
- Aplicación, por parte de las Entidades Locales, de las posibilidades de bonificación -que en el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) se les otorga- a los inmuebles destinados a viviendas en los que se hayan instalado sistema para el aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del Sol.
- Evitar que el acceso a los incentivos se vea discriminado negativamente por el hecho de que existan ordenanzas municipales que impongan obligaciones para la implantación de la energía solar.

### 17.3.3 Medidas relativas a acciones sobre la demanda

- Fomentar aquellas medidas que permitan influir sobre la demanda para un uso más racional de la energía. En concreto, impulsar aquellas medidas que proporcionen a los consumidores, de manera clara y comprensible, información sobre las fuentes de energía, así como los impactos asociados, y las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Establecer un programa de ejemplaridad en el uso racional de la energía por parte de las Administraciones en el que se contemplen objetivos, plazos e indicadores.

### 17.3.4 Otras medidas administrativas

- Reforzar la promoción del ahorro de energía y del uso de energías renovables a través de medidas técnicas e instrumentos económicos que faciliten, en particular, el acceso de los consumidores a las energías renovables, la aplicación de medidas de ahorro energético y el uso eficiente de la energía. A tal efecto, se considera muy importante impulsar el pleno cumplimiento de los objetivos del PFER y la puesta en práctica a la mayor brevedad posible de una estrategia de eficiencia energética.
- Transposición en plazo y ejecución inmediata de la Directiva 2001/80/CE de Grandes Instalaciones de Combustión.
- Asegurar que en las futuras planificaciones de las Administraciones Públicas se tome en consideración el objetivo de alcanzar una reducción de emisiones conforme al Artículo 2 del 6º Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, que señala que "se regirá por un objetivo a largo plazo de un aumento máximo en la temperatura del Planeta de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y una concentración de CO<sub>2</sub> inferior a 550 ppm. A más largo plazo, es posible que ello requiera una reducción general en un 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero en relación con 1990, según los datos del IPCC".
- Transponer en el plazo adecuado la Directiva 2001/77/CE relativa a la Promoción de la Electricidad generada a partir de Fuentes de Energía Renovables en el Mercado Interior de Electricidad.
- Fomentar la aprobación de ordenanzas municipales para que en todo edificio que se construya

o reforme se pueda llegar a disponer, en un plazo razonable, de agua caliente sanitaria mediante sistemas de energía solar térmica.

- Continuar reforzando las acciones en curso para asegurar la prioridad a la electricidad procedente de fuentes de energía renovables en cuanto al acceso a las redes eléctricas.
- Mejorar las medidas de coordinación necesarias entre las Administraciones competentes en materias tales como agricultura, forestal, industria y medio ambiente, tendentes a favorecer el desarrollo de proyectos y a superar las barreras para el aprovechamiento de la biomasa.
- Potenciar la integración de diferentes fuentes de energías renovables en un mismo emplazamiento.

## 18 INDUSTRIA

El sector industrial es, sin duda alguna, uno de los más dinámicos de la economía española y, sobre todo, es un sector esencial como fundamento de la misma. El notable auge que este sector experimentó en décadas anteriores determinó un cambio importante del centro de gravedad de la economía española, dejando ésta su carácter eminentemente agrícola para consolidarse cada vez más hacia las actividades industriales, que han permitido que España participe en los procesos de desarrollo de los países del mundo occidental.

La estructura geográfica de las actividades industriales en España se caracteriza esencialmente por la presencia de centros de producción distribuidos de forma irregular en función de la demografía, la economía o la tradición laboral, muy diferentes en cada una de las regiones.

### 18.1 EMISIONES DEL SECTOR INDUSTRIAL

Las emisiones del sector industrial proceden del consumo final de combustibles en la industria

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Combustión: combustibles líquidos	23.951,3	1,12%	3,23%	26,49%	22,57%	20,95%	16,23%
Combustión: combustibles sólidos	13.944,5	6,47%	-23,85%	-28,03%	-41,51%	-57,83%	-54,71%
Combustión: combustibles gaseosos	8.246,7	1,94%	17,10%	77,62%	110,90%	181,73%	232,98%
Combustión: biomasa y otros	104,5	-0,48%	-4,88%	-6,03%	22,78%	88,80%	94,45%
Procesos: productos minerales	14.076,0	-4,16%	-17,54%	3,25%	5,93%	18,78%	24,02%
Procesos: industria química	3.596,7	-6,81%	-34,78%	-14,91%	-16,01%	-16,33%	-24,91%
Procesos: producción de metales	2.428,8	-4,38%	-5,24%	-0,79%	2,73%	2,03%	-11,93%
Producción y consumo de gases fluorados	2.459,0	-8,89%	-5,41%	92,74%	154,54%	200,09%	125,84%
Utilización de disolventes	1.329,9	1,50%	-4,22%	1,91%	14,55%	25,84%	22,39%
TOTAL del año 1990	70.137,4	0,28%	-7,39%	15,74%	18,69%	27,66%	30,17%
TOTAL del año base	72.379,5	-2,83%	-10,26%	12,15%	15,01%	23,71%	26,13%
Dióxido de carbono	61.824,1	1,16%	-6,37%	14,36%	15,57%	23,89%	31,04%
Metano	166,9	2,82%	1,68%	-2,10%	-7,31%	0,54%	5,09%
Óxido nitroso	4.859,0	-5,52%	-22,29%	-1,57%	-5,24%	-2,62%	-9,97%
Carburos hidrofluorados	2.403,2	-9,33%	-6,03%	93,30%	154,90%	198,10%	120,03%
Carburos perfluorados	828,4	-4,99%	-4,18%	-4,59%	-5,31%	-16,03%	-72,38%
Hexafluoruro de azufre	55,8	9,86%	20,97%	67,74%	118,46%	232,44%	280,47%
Porcentaje sobre el total nacional	24,39%	23,90%	22,30%	25,42%	25,03%	24,13%	23,85%

**Tabla 18.- Evolución de las emisiones del sector industrial**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

-excluido el consumido en la transformación y autoproducción de energía-, de los procesos industriales -hierro y acero, metales no ferrosos, químicas orgánicas o inorgánicas, productos minerales no metálicos, etc.-, de la utilización de disolventes, y de la producción y uso de los nuevos gases: HFC, PFC y SF<sub>6</sub>. La introducción de estos nuevos gases en el proceso de cuantificación de las emisiones se produjo, como ya se ha mencionado, durante la negociación del Protocolo de Kioto, y básicamente a raíz de los acuerdos del Protocolo de Montreal, dado su elevado potencial de calentamiento y el largo período de vida y permanencia en la atmósfera.

Las áreas de aplicación de los PFC y HFC son los equipos de refrigeración y aire acondicionado (como sustitutos del CFC-12 y R-503), la extinción de incendios y protección contra explosiones (sustitutos del Halón 1211 en los extintores portátiles y del Halón 1301 en los sistemas fijos de ex-

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	TOTAL
Combustión: combustibles líquidos	32,91%	0,03%	1,44%	0,00%	0,00%	0,00%	34,38%
Combustión: combustibles sólidos	11,78%	0,05%	0,35%	0,00%	0,00%	0,00%	12,18%
Combustión: combustibles gaseosos	19,67%	0,01%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	20,04%
Combustión: biomasa y otros	0,03%	0,03%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%
Procesos: productos minerales	18,59%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	18,59%
Procesos: industria química	0,79%	0,06%	2,92%	0,00%	0,00%	0,00%	3,77%
Procesos: producción de metales	2,09%	0,02%	0,00%	0,00%	0,87%	0,00%	2,98%
Producción y consumo de gases fluorados	0,00%	0,00%	0,00%	5,86%	0,02%	0,15%	6,03%
Utilización de disolventes	1,33%	0,00%	0,53%	0,00%	0,00%	0,00%	1,86%
TOTAL	87,19%	0,20%	5,71%	5,86%	0,89%	0,15%	

**Tabla 19.- Reparto de las emisiones del sector industrial en el periodo 1990-2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

tinción por saturación), aerosoles, limpieza con disolventes (sustitutos del CFC-113), soplado de espuma, y otras aplicaciones en equipos de esterilización, expansión del tabaco, y como disolventes en la fabricación de adhesivos, revestimientos y tintas. Por su parte, el SF<sub>6</sub> se utiliza en conmutadores eléctricos con aislamiento de gas e interruptores automáticos, extinción de incendios y protección contra explosiones, y como aislante o sustancia trazadora en detectores de escapes y otras aplicaciones electrónicas.

Informe sectorial para energía: categorías de fuentes y emisiones		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	SO <sub>2</sub>
		Gg						
1.A.2	Total procesos industriales	59.781,6	5,06	6,22	10,95	356,53	192,21	12,48
1.A.2.a	Hierro y acero	7.166,0	2,00	0,63	0,00	0,00	127,34	0,00
1.A.2.b	Metales no ferrosos	2.165,3	0,04	0,16	5,16	8,19	16,40	6,54
1.A.2.c	Industria química	6.619,0	0,17	0,46	3,81	348,34	2,18	5,80
1.A.2.d	Pasta, papel e imprentas	3.120,3	0,25	0,33	1,98	0,00	46,29	0,14
1.A.2.e	Procesado de alimentos	3.916,7	0,42	0,44				
1.A.2.f	Otros	36.794,3	2,18	4,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Informe para procesos industriales: categorías de fuentes y emisiones		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	
		Gg			Gg CO <sub>2</sub> eq.		Gg	
2	Total procesos industriales	20.007,1	3,31	6,59	5.287,84	228,82	0,01	
2.A	Productos minerales	17.456,5	0,00	0,00				
2.A.1	Cemento	15.326,6						
2.A.2	Cal	1.287,2						
2.A.3	Piedra de cal	0,0						
2.A.4	Carbonato sódico	622,3						
2.A.5	Techos asfálticos	0,0						
2.A.6	Asfaltado de carreteras	0,0						
2.A.7	Vidrio	220,4	0,00	0,00				
2.B	Industria química	603,3	2,53	6,59				
2.B.1	Amoniaco	493,5	0,00					
2.B.2	Ácido nítrico	0,0		6,59				
2.B.3	Ácido adípico	0,0		0,00				
2.B.4	Carburos	109,8	0,18					
2.B.5	Otros	0,0	2,35	0,00				
2.C	Producción de metales	1.947,3	0,78	0,00				
2.C.1	Hierro y acero	858,1	0,78					
2.C.2	Aleaciones férricas	505,8	0,00					
2.C.3	Aluminio	583,4	0,00					
2.C.4	SF <sub>6</sub> usado en fundiciones	0,0						
2.C.5	Silicio	0,0	0,00	0,00				
2.D	Otra producción	0,0						
2.D.1	Pasta y papel							
2.D.2	Alimentos y bebidas	0,0						
2.E	Producción de HFC y SF <sub>6</sub>				2.992,80	0,00	0,00	
2.E.1	Emisiones por producción				2.902,77	0,00	0,00	
2.E.2	Emisiones fugitivas				90,03	0,00	0,00	
2.E.3	Otras				0,00	0,00	0,00	
2.F	Consumo de HFC y SF <sub>6</sub>				2.295,04	53,31	0,01	
2.F.1	Equipos de refrigeración				1.351,55	50,69	0,00	
2.F.2	Inyectado de espumas				0,00	0,00	0,00	
2.F.3	Extintores				657,20	2,62	0,00	
2.F.4	Aerosoles e inhaladores				286,29	0,00	0,00	
2.F.5	Disolventes				0,00	0,00	0,00	
2.F.6	Semiconductores				0,00	0,00	0,00	
2.F.7	Equipos eléctricos						0,01	
2.F.8	Otros				0,00	0,00	0,00	

**Tabla 20.- Inventario sectorial de la industria para el año 2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

En la Tabla 18 (página 92) se muestra la variación de las emisiones del sector con respecto a 1990, mientras que en la Tabla 19 (página 93) figura el reparto porcentual de las actividades dentro del sector como promedio del período 1990-2001.

## 18.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

El objeto de las políticas y medidas para limitar el crecimiento de las emisiones debe ser la mejora de los procesos industriales y la utilización de combustibles y sistemas energéticos con una mayor eficiencia. En concreto, es necesario mejorar los niveles de eficiencia energética, y en particular promover prácticas y políticas de precios energéticos que, sin poner en riesgo la competitividad de las empresas, no desincentiven el ahorro y la eficiencia energética. El conjunto de posibles medidas que se relacionan en los siguientes apartados se clasifica por gases.

### 18.2.1 Dióxido de carbono

En general se puede decir que las emisiones de CO<sub>2</sub> por procesos de contacto -por ejemplo, la descarbonatación de la caliza en la fabricación de clinker- van a ser proporcionales a las producciones de los sectores en los que se da este tipo de procesos, siendo en la mayoría de los casos muy difícil separar la producción de CO<sub>2</sub> por descarbonatación de la producida por combustión. Aunque no se esperan cambios en los procesos de descarbonatación, sí se pueden producir en los procesos de combustión a través de la penetración de la cogeneración, la modernización de instalaciones, mejoras de la eficiencia energética, cambio de combustibles<sup>23</sup>, etc. En concreto las medidas más recomendables son:

- Producción de cemento:
  - ✧ Gestión de la demanda: impulsar todas aquellas acciones que fomenten un uso más racional del cemento.
  - ✧ Inversión tecnológica y optimización energética del proceso de fabricación del clinker.
  - ✧ Adiciones al cemento: el incremento del ratio cemento/clinker supone una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> al ser éste el responsable de la práctica totalidad de las emisiones procedentes de la fabricación del cemento. Para un mejor conocimiento de las ventajas del uso de adiciones al clinker en términos de emisiones, es necesario realizar un estudio basado en el análisis del ciclo de vida comparativo de los aditivos y del clinker.
- Industria de la cal:
  - ✧ Cambio de combustible: promoción del uso de gas natural como combustible (precios más competitivos) y abastecimiento directo de la red de distribución, así como de otros combustibles alternativos como la biomasa (orujo de uva, etc.).
  - ✧ Eficacia del rendimiento térmico: modernización de instalaciones con apoyo institucional por parte de las administraciones; por ejemplo, cambio progresivo de los hornos existentes a hornos verticales de flujo paralelo regenerativo, e incorporación de bombas de calor.
- Fabricación de tejas y ladrillos:
  - ✧ Optimización energética de la industria a través de mejoras en procesos y equipos mediante la aplicación generalizada de las recomendaciones oficiales más exigentes vigentes en esta materia que sean económicamente viables.
  - ✧ Uso progresivo del gas natural como sustituto del fuel.
- Fabricación de vidrio:
  - ✧ Cambio de combustible: favorecer el uso de gas natural, la cogeneración, el aprovechamiento de los gases y la recuperación de calor residual para la mejora de rendimientos.
  - ✧ Mejora de la tecnología y el diseño de los hornos.
  - ✧ Aumento de la proporción de vidrio reciclado, tomando en consideración las distintas características del vidrio, ya sea hueco o plano.
- Fabricación de cerámica:
  - ✧ Medidas de ahorro energético en el proceso; por ejemplo, sustitución del horno de túnel por horno de mufla o de llama directa.
  - ✧ Fomento de la cogeneración.
- Siderurgia:
  - ✧ Cambio de combustible: eliminación del uso del fuel y sustitución por gas natural allí donde sea posible.
  - ✧ Paso a la producción no integral, en la medida de lo posible, lo que disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub> no energético.

#### <sup>23</sup> RESERVA DE LA CEOE:

- Recuperar el texto original del borrador nº 2 que se acordó suprimir y que se refiere a la utilización de combustibles alternativos: "Combustibles alternativos: sustitución de los combustibles convencionales -carbón, fuel- por combustibles alternativos -residuos, subproductos, etc.- desde un 1% actual hasta un 10% -media en la UE- (esta medida supondría una reducción de emisiones con la ventaja añadida de eliminación del residuo; aunque debe estar acompañada de una política de apoyo institucional por parte de las administraciones)".

- ✧ Incrementar la tasa de inyección de carbón pulverizado a los altos hornos, como sustitutivo parcial del coque.
- ✧ Incorporación de procesos de recuperación de calor a baja temperatura.
- Industria química:
  - ✧ Cambio de combustible: favorecer el mayor uso de combustibles menos intensivos en carbono, como el gas natural, y sistemas como la cogeneración.
  - ✧ Optimización energética por modernización tecnológica y mejora de procesos en todos los subsectores donde sea posible.
- Industria alimentaria:
  - ✧ Cambio de combustible: favorecer el mayor uso de combustibles menos intensivos en carbono, como el gas natural, y sistemas como la cogeneración.
  - ✧ Optimización energética en los procesos productivos, mediante modernización tecnológica, como por ejemplo la llevada a cabo en la mejora de los procesos de evaporación en la producción de concentrados lácteos y de azúcar de remolacha.

### 18.2.2 Metano

Las emisiones de CH<sub>4</sub> -irrelevantes en valor absoluto y relativo- proceden principalmente de procesos de combustión, así como en menor cuantía de tres sectores: hierro y acero, metales no ferrosos y química orgánica. Las previsiones para la siderurgia establecen un paso progresivo al acero eléctrico en detrimento del acero integral y, por consiguiente, con reducción de emisiones; y para la metalurgia no férrea y el resto de los procesos industriales un crecimiento de emisiones proporcional al aumento de su producción.

### 18.2.3 Óxido nítrico

La producción del ácido nítrico, ácido adípico y otros productos químicos como caprolactama, acrilonitrilo, y procesos como el 'cracking' catalítico del petróleo, son fuentes relevantes de N<sub>2</sub>O.

- Ácido nítrico: la producción de HNO<sub>3</sub> genera N<sub>2</sub>O como producto intermedio en la oxidación catalítica del NH<sub>3</sub> a altas temperaturas. Aunque las emisiones varían ampliamente entre plantas y el sector no prevé una incorporación de nueva tecnología a medio plazo, debería ser posible una reducción importante por conversión catalítica en 5 a 10 años.

Las medidas consideradas en la producción de HNO<sub>3</sub> se basan en la instalación de reducción catalítica, con una reducción neta del N<sub>2</sub>O.

- ✧ Impulsar todas aquellas medidas que fomenten el uso más racional de la demanda de ácido nítrico.
- ✧ Optimización del proceso de producción.

### 18.2.4 Carbuos hidrofluorados (HFC)

Los datos proporcionados por el sector se reducen a que actualmente (dato de 2000) se emiten unas 20,4 kt de diversos productos al año. Por lo que respecta a las previsiones, y dado que se trata de sustitutos de los CFC, es previsible un importante aumento de su producción. Con respecto al proceso sería posible su mejora con reducciones del 10% de las emisiones por tonelada producida (la cifra actual es de 37,5 kg/t). A pesar de la información existente, la evaluación de las emisiones de HFC es compleja, ya que hay que considerar no solamente su fabricación; sino también su ciclo de utilización, fugas, reciclado, etc.

- Adoptar las medidas para facilitar el cumplimiento del Reglamento 2037/2000, que establece unos calendarios de limitación del uso y producción de CFC y HCFC más tempranos y estrictos que los del Protocolo de Montreal.
- Se deberá adoptar las medidas necesarias para que la normativa actualmente en curso de elaboración en la UE sea aplicada a fin de reducir las fugas de HFC, así como su sustitución -en todos los usos y aplicaciones donde exista- por alternativas ambientalmente más seguras, siempre que sea técnica y económicamente viable.
- Se progresará en los trabajos para poder alcanzar lo antes posible una plena sustitución de los HFC.

### 18.2.5 Carbuos perfluorados

Los gases tetrafluorometano (CF<sub>4</sub>) y hexafluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) se forman durante el llamado efecto anódico en la producción de alúmina-aluminio, que tiene lugar en el proceso de electrólisis en cortos espacios de tiempo. En España existen tres plantas de producción de alúmina-aluminio, en las que el sector está adoptando medidas relacionadas con la disminución del número y frecuencia de los efectos anódicos:

- mejora de la alimentación de alúmina con la reducción sustancial del efecto anódico;
- control computerizado de las operaciones de marcha de las cubas.

Los resultados han sido los esperados, ya que se han obtenido valores promedio de 0,14 kg de CF<sub>4</sub> por tonelada de aluminio -valores dentro del rango de países con similares tecnologías como Noruega y Canadá-, frente a valores de 0,32 kg a principios de la década de los noventa.

### 18.2.6 Hexafluoruro de azufre

El SF<sub>6</sub> se emplea como aislante en equipos eléctricos de alta tensión, tales como conmutadores eléctricos con aislamiento de gas e interruptores automáticos; así como en la producción de aluminio y magnesio. Para reducir sus emisiones, se deben adoptar las siguientes medidas:

- Reducir las fugas de las instalaciones, por ejemplo mediante la mejora de las bombas utilizadas para circular el SF<sub>6</sub> o el desarrollo de equipos más compactos.
- Reutilizar el SF<sub>6</sub> de equipos no utilizables.
- Sustitución del SF<sub>6</sub> por alternativas ambientalmente más seguras en aquellos usos donde sea económica y técnicamente viable.
- Formación del personal que manipule el SF<sub>6</sub>.
- Control de las emisiones en las diferentes fases del ciclo de vida de los equipos.

## 19 TRANSPORTES

El transporte de viajeros y mercancías es señalado con insistencia como el sector que más dificultades ofrece a la hora de contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, básicamente el CO<sub>2</sub> (las emisiones proceden de la quema y evaporación del combustible empleado en los distintos modos de transporte: aéreo, marítimo, ferroviario y por carretera). Ahora bien, dado que existen posibilidades de cambio de las políticas del transporte, la existencia de estas dificultades no puede ser obstáculo para la aplicación de medidas en este sector. Por otra parte, y como se comenta en otros sectores, las emisiones derivadas del consumo de electricidad a partir de la red general de distribución y del refinado de combustibles se computan en el sector de producción y transformación de la energía, y no en los sectores consumidores finales, como es el del transporte. De esta forma resulta difícil comparar las emisiones de los distintos modos de transporte.

### 19.1 EMISIONES DEL SECTOR DEL TRANSPORTE

En la Tabla 21 (página 97) se muestra la variación de las emisiones del sector<sup>24</sup> con respecto a

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Aviación: gasolina y keroseno	4.177,0	-15,05%	-20,36%	-19,99%	-0,17%	25,45%	35,86%
Carretera: gasolina	26.319,3	4,80%	8,90%	5,43%	11,20%	11,08%	5,85%
Carretera: diesel	25.890,9	4,63%	10,88%	30,06%	42,66%	84,68%	113,32%
Carretera: otros combustibles	81,2	53,82%	130,91%	184,85%	208,00%	188,92%	188,92%
Ferrocarril: combustibles líquidos	465,6	-1,83%	-16,07%	-22,14%	-23,02%	-22,70%	-24,40%
Navegación: aceite pesado residual	1.279,5	0,00%	12,50%	2,00%	-25,00%	-10,18%	18,79%
Navegación: otros aceites pesados	270,9	-4,95%	0,85%	15,43%	36,43%	135,07%	120,19%
Otros medios: combustibles líquidos	21,4	26,64%	54,21%	190,65%	692,99%	328,04%	1096,3%
TOTAL de los años 1990 y base	58.505,8	3,18%	7,71%	14,58%	23,89%	44,88%	56,77%
Dióxido de carbono	57.496,4	3,15%	7,55%	14,15%	23,14%	43,78%	55,39%
Metano	231,6	5,79%	3,07%	-2,20%	-0,26%	-1,21%	-6,65%
Óxido nítrico	777,8	4,49%	20,76%	51,17%	86,19%	139,74%	178,30%
Porcentaje sobre el total nacional	20,34%	20,52%	21,63%	20,99%	21,80%	22,84%	23,96%
Búnqueres internacionales: aviación	3.466,4	19,17%	49,37%	80,97%	106,05%	125,43%	147,44%
Búnqueres internacionales: marítimo	11.885,7	6,08%	-5,95%	-12,59%	57,32%	61,92%	85,04%

**Tabla 21.- Evolución de las emisiones del sector del transporte**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

1990, mientras que en la Tabla 22 (página 98) figura el reparto porcentual de las actividades dentro del sector como promedio del período 1990-2001.

<sup>24</sup> Para el transporte marítimo y aéreo sólo se contempla el tramo nacional, pues el internacional se integra en el epígrafe de 'búnqueres internacionales' (filas por debajo de los totales). La separación de las emisiones entre ambos tramos responde a criterios metodológicos de asignación del consumo de combustibles en función de los trayectos.

La Tabla 21 y la Tabla 22 son poco significativas como base de diagnóstico para el planteamiento de políticas y medidas, por lo que deben acompañarse con el reparto por tipos de vehículos (Tabla 23, página 99), como por ejemplo turismos y vehículos de mercancías en función de su to-

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
Aviación: gasolina y keroseno	5,74%	0,00%	0,06%	5,80%
Carretera: gasolina	38,74%	0,26%	0,62%	39,62%
Carretera: diesel	50,19%	0,06%	1,10%	51,35%
Carretera: otros combustibles	0,27%	0,00%	0,01%	0,28%
Ferrocarril: combustibles líquidos	0,47%	0,00%	0,06%	0,53%
Navegación: aceite pesado residual	1,74%	0,00%	0,01%	1,75%
Navegación: otros aceites pesados	0,54%	0,00%	0,00%	0,54%
Otros medios: combustibles líquidos	0,12%	0,00%	0,01%	0,13%
TOTAL	97,81%	0,32%	1,87%	
Búnqueres internacionales: aviación	8,68%	0,00%	0,09%	8,77%
Búnqueres internacionales: marítimo	20,98%	0,02%	0,17%	21,17%

**Tabla 22.- Reparto de las emisiones del sector del transporte en el periodo 1990-2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

nelaje, autobuses y motocicletas. Estos datos de emisiones corresponden al inventario CORINE-AIRE del año 2000, y son estimados en base a estadísticas oficiales sobre el parque automovilístico, su utilización y las densidades de tráfico.

La Comisión Europea estima que, sin una modificación de las tendencias, las emisiones del sector en Europa pueden aumentar, para el año 2010, un 50% con respecto al nivel de 1990. Este escenario indica un crecimiento muy notable en las emisiones globales, con la particularidad de que

07	Transporte por carretera	CO <sub>2</sub> (kt)	CH <sub>4</sub> (t)	N <sub>2</sub> O (t)
07 01	Turismos	44.088	6.606	4.871
07 01 01	Conducción en trayectos interurbanos	18.910	2.357	2.336
07 01 02	Conducción en trayectos rurales	7.058	1.024	768
07 01 03	Conducción en trayectos urbanos	18.120	3.225	1.767
07 02	Vehículos ligeros de menos de 3,5 t	8.598	355	454
07 02 01	Conducción en trayectos interurbanos	3.575	116	190
07 02 02	Conducción en trayectos rurales	1.225	69	79
07 02 03	Conducción en trayectos urbanos	3.798	170	185
07 03	Vehículos pesados de más de 3,5 t y autobuses	23.782	1.548	995
07 03 01	Conducción en trayectos interurbanos	18.129	1.040	727
07 03 02	Conducción en trayectos rurales	4.812	376	231
07 03 03	Conducción en trayectos urbanos	841	132	37
07 04	Motocicletas y ciclomotores de menos de 50 cm <sup>3</sup>	0	0	0
07 05	Motos de más de 50 cm <sup>3</sup>	857	1.364	16
07 05 01	Conducción en trayectos interurbanos	110	164	2
07 05 02	Conducción en trayectos rurales	38	76	1
07 05 03	Conducción en trayectos urbanos	709	1.124	13
07 06	Evaporación de gasolina de los vehículos	0	0	0
07 07	Desgaste de neumáticos y frenos	0	0	0
Total grupo 07		77.325	9.873	6.336
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil	CO <sub>2</sub> (kt)	CH <sub>4</sub> (t)	N <sub>2</sub> O (t)
08 01	Militar	0	0	0
08 02	Ferrocarriles	305	17	121
08 02 01	Locomotoras en maniobras	20	1	8
08 02 02	Automotores	0	0	0
08 02 03	Locomotoras	285	16	113
08 03	Tráficos en aguas interiores (continentales)	0	0	0
08 03 01	Barcos veleros con motores auxiliares	0	0	0
08 03 02	Motoras	0	0	0
08 03 03	Barcos de pasajeros	0	0	0
08 03 04	Barcos de mercancías	0	0	0
08 04	Actividades marítimas	3.605	140	95
08 04 02	Tráfico marítimo nacional dentro del área EMOP	1.850	87	48
08 04 03	Flota pesquera nacional	1.755	53	47
08 04 04	Tráfico marítimo internacional, incluido búnkeres internacionales	0	0	0
08 05	Tráfico aéreo	5.497	71	175
08 05 01	Tráfico nacional en aeropuertos (ciclo A-D, altura < 1 km)	944	71	30
08 05 02	Tráfico internacional en aeropuertos (ciclo A-D, altura < 1 km)	0	0	0
08 05 03	Tráfico nacional de crucero (altura > 1 km)	4.553	0	145
08 05 04	Tráfico internacional de crucero (altura > 1 km)	0	0	0
Parcial grupo 08		9.407	228	391

**Tabla 23.- Emisiones del sector del transporte por tipo de vehículo**

(Metodología: CORINE-AIRE; fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O son testimoniales -ligeramente por encima del 2% del total-, lo que justifica que el CO<sub>2</sub> sea el único gas objetivo de las políticas de limitación de emisiones. No obstante, según el criterio de la Comisión Europea, estas previsiones de crecimiento pueden quedarse en algo más de la mitad (20% al 25%) si se ponen en marcha integral y rápidamente una serie de medidas políticas que significarían un punto de inflexión en las tendencias vigentes.

Un objetivo similar puede plantearse en España a través de tres grandes categorías de posibles medidas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>:

- Mejora de la eficiencia energética de los distintos modos de transporte, en particular la carretera y la aviación por ser los modos en que se producen las mayores emisiones por unidad de

transporte.

- Promoción de la intermodalidad del sistema de transportes en su conjunto, mediante el trasvase desde los modos más ineficientes -desde el punto de vista de las emisiones- a los más eficientes.
- Medidas cuyo objetivo es racionalizar la demanda con la intención de reducir la necesidad del transporte motorizado, facilitando la accesibilidad.

## 19.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

La relación de medidas que se ofrece en los siguientes apartados cubre estas tres categorías y se detiene especialmente en el tratamiento de los nichos más importantes de emisión de CO<sub>2</sub>.

### 19.2.1 Mejora de la eficiencia energética

La característica esencial de las medidas de eficiencia energética es que su aplicación no debe suponer costes apreciables, ni para el usuario ni para las empresas de transporte. Incluso en muchos casos es de esperar un balance neto positivo, pues una mayor eficiencia energética representa un ahorro en los costes que compense las posibles inversiones o cambios operativos a introducir. Los principales tipos de medidas dentro de este grupo son:

- La mejora tecnológica de los vehículos.
- La mejora del rendimiento de los carburantes.
- La optimización de las condiciones de explotación.
- Las campañas de formación e información a profesionales y usuarios.

#### 19.2.1.1 Mejora tecnológica de los vehículos

La mejora tecnológica de los vehículos rodados va a permitir reducciones del consumo adicionales a las ya conseguidas durante los últimos años. Hay que destacar el acuerdo entre la Comisión Europea y la Asociación de Constructores Europeos de Automóviles (ACEA), que rebajará las emisiones medias de CO<sub>2</sub> de los vehículos de turismo nuevos a 140 g/km en el año 2008, desde los aproximadamente 170 g/km actuales. En cualquier caso, debe señalarse que este nivel de reducción no se logrará sólo con medidas tecnológicas; sino que será precisa una reorientación del mercado hacia vehículos más pequeños y menos contaminantes, introduciendo medidas fiscales o de otro tipo.

Un buen aprovechamiento de las nuevas posibilidades tecnológicas de los vehículos requerirá el mantenimiento, por parte de las Administraciones, de dos tipos de medidas:

- Incentivos a la renovación del parque.
- Control del estado de conservación del parque circulante mediante la inspección técnica de vehículos (ITV), la implantación de dispositivos a bordo y las nuevas inspecciones técnicas en carretera para vehículos de mercancías.

En el transporte aéreo, las políticas de retirada de flotas como consecuencia de las normativas sobre ruido pueden suponer reducciones de los consumos.

La relación de posibles medidas es:

- Mejora de la eficiencia energética de los automóviles nuevos: aplicación del acuerdo con ACEA en materia de reducción de emisiones de los vehículos nuevos, mediante una combinación de innovaciones tecnológicas y de cambios en el mercado.
- Desarrollo de nuevas tecnologías de motores: desarrollo de nuevas tecnologías, como el motor de hidrógeno y la pila de combustible.
- Renovación acelerada del parque de turismos: incluye planes equivalentes a los RENOVE y PREVER ya activos, con un énfasis particular en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Mejora de la conservación del parque de vehículos de turismo: comprende el control de consumos y la implantación de dispositivos a bordo de los vehículos.
- Renovación de flotas de aviones: se estima una reducción apreciable del consumo, con efectos positivos adicionales en la reducción de ruido y otras emisiones.
- Renovación acelerada del parque de vehículos industriales: parte ya realizada por el Plan Estratégico del Transporte de mercancías por carretera (PETRA), pero con un énfasis particular en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Promoción de la renovación tecnológica del parque móvil ferroviario.
- Promoción de la renovación del parque móvil asociado a otras infraestructuras del transporte, como los vehículos de servicio de los aeropuertos, con un énfasis particular en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

#### 19.2.1.2 Mejora del rendimiento de los carburantes

En cuanto a los carburantes, no cabe esperar reducciones significativas, siendo la utilización de

biocarburantes la línea más prometedora para una posible reducción adicional de las emisiones netas de CO<sub>2</sub>. La medida potencial es:

- Fomento de fuentes de energía alternativas: fomento de la tracción eléctrica y del uso de biocarburantes, gases licuados del petróleo y gas natural.
- Es preciso realizar los esfuerzos necesarios para modificar al alza los objetivos de producción de biocarburantes (bioetanol y biodiésel) establecidos en el PFER, de manera que se alcance el objetivo del 5,75% de cuota de mercado en el 2010 que establece la recientemente aprobada Directiva 2003/30/CE, relativa al fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte.

#### **19.2.1.3 Optimación de las condiciones de explotación**

Existen posibilidades adicionales de reducción mediante un mejor aprovechamiento de la capacidad de los vehículos de pasajeros y de mercancías -mayores cargas por vehículo, menores recorridos en vacío y optimación de rutas- (también contemplado en el PETRA), que, según estimaciones recogidas por la Comisión Europea, podrían reducir el número de vehículos-kilómetro entre un 10% y un 40%.

En el transporte aéreo, la mejora de los sistemas de control de tráfico y operación de los aviones pueden permitir reducciones de consumos en torno al 20%.

La relación de posibles medidas es:

- Reducción de los límites de velocidad para turismos, y control del funcionamiento del dispositivo de velocidad para vehículos pesados.
- Promoción de las medidas destinadas a lograr una mayor racionalidad en el transporte aéreo.
- Mejora del tráfico aéreo mediante los sistemas de comunicación, navegación, vigilancia y gestión del tráfico aéreo (CNS/ATM) de la OACI.
- Mejoras operacionales del transporte aéreo.
- Mejor gestión de la capacidad de carga del transporte de mercancías por carretera.
- Optimación logística de la distribución de mercancías en ciudades.
- Mejora de las condiciones de diseño de las infraestructuras del transporte por carretera y ferroviario, a fin de mejorar la eficiencia energética de los modos de transporte y reducir o limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Fomento y apoyo a la implantación de sistemas de gestión ambiental, especialmente el Sistema comunitario de Ecogestión y Auditoría Ambiental (EMAS).

#### **19.2.1.4 Campañas de formación e información a profesionales y usuarios**

En el campo de las actividades de formación y divulgación cabe destacar:

- Etiquetado ecológico de los vehículos.
- Campañas de sensibilización sobre:
  - ✧ la conveniencia de reducir la velocidad;
  - ✧ el impacto ambiental del automóvil y la necesidad de reducir su uso;
  - ✧ los beneficios del transporte colectivo y en defensa de los modos no motorizados;
  - ✧ la mejora de la conservación de los vehículos y del estilo de conducción.
- Implantación de una formación inicial y otra continua, en línea con la futura Directiva de formación de conductores profesionales, con énfasis en la formación de los transportistas en áreas como la conducción económica y el mantenimiento y explotación del vehículo.
- Implantación de auditorías y certificaciones ambientales en empresas del transporte.

### **19.2.2 Intermodalidad del sistema de transportes**

La reducción de emisiones por trasvase modal de tráficos interurbanos desde la carretera y el transporte aéreo a modos con menores consumos específicos, como el ferrocarril y el marítimo, deben tener un carácter prioritario en España, dada la relativa debilidad de estos tráficos interurbanos.

Según estimaciones realizadas por RENFE cada 1% del tráfico de viajeros del vehículo privado, tráfico aéreo, y tráfico de mercancías por carretera, trasvasado al ferrocarril y al autobús, supone reducir un 0,6% las emisiones del transporte. Este volumen de tráfico trasvasado equivaldría al 11% del actual tráfico ferroviario de viajeros y al 14% del de mercancías. Según estimaciones de la UE, cada 1% del tráfico de mercancías por carretera trasvasado al transporte marítimo supone reducir las emisiones globales del sector en un 0,2%.

Las posibilidades de reducción por trasvase del vehículo privado al transporte colectivo en los ámbitos urbano y metropolitano son elevadas. No hay que olvidar que los tráficos urbanos suponen el 50% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte para el conjunto de la UE y que el vehículo privado es especialmente ineficiente en estos ámbitos: es 3 veces más despilfarrador que el ferrocarril de

cercanías o el metro, y 2.5 veces más que el autobús urbano. Estos datos requieren mantener e incluso intensificar el importante esfuerzo que ya se realiza en la promoción del transporte colectivo, en forma de inversiones y ayudas a la explotación, esfuerzo que se ve compensado por la reducción de las fuertes externalidades del vehículo privado, especialmente por el coste de la congestión. Las principales líneas de actuación, que para ser eficaces se deben abordar de forma coordinada, son:

- Mejora de la oferta del transporte colectivo.
- Mayor integración del sistema de transporte: administrativa -autoridades únicas-, tarifaria -despenalización de transbordos- y física -intercambiadores-.
- Mejora de las condiciones de explotación: establecimiento de plataformas reservadas y preferencias al transporte público y disciplina de aparcamiento.
- Fomento de los modos no motorizados: peatón y bicicleta.

La relación de posibles medidas es:

- Fomento del autobús y del ferrocarril interurbano, que incluye -en este último caso- la mejora de la infraestructura ferroviaria y el apoyo al transporte combinado.
- Fomento del transporte colectivo urbano, que incluye toda una serie de acciones tales como la mejora de la oferta del transporte colectivo, tanto por autobús como por ferrocarril de cercanías o metropolitano; el incentivo de su uso mediante medidas tarifarias, fiscales, etc.; la integración tarifaria, física y administrativa del transporte colectivo en áreas metropolitanas; el establecimiento de plataformas reservadas y otras medidas preferenciales para el transporte colectivo; y la disciplina de aparcamiento.
- Fomento de la limitación de la circulación y aparcamiento de automóviles en zonas urbanas.
- Fomento de los modos no motorizados, con apoyo a la movilidad peatonal y en bicicleta.
- Planes de transporte en empresas y administraciones públicas, que incluye la promoción de alternativas al vehículo privado para el acceso al centro de trabajo; incentivos para modos no motorizados, transporte colectivo -de empresa o regular- y uso compartido del vehículo privado; y la revisión de las facilidades de acceso en vehículo privado al centro de trabajo.
- Consideración, por parte de las Administraciones Autonómicas y las Entidades Locales, de la mejora del acceso en transporte público a los polígonos industriales o empresariales. A este respecto es especialmente importante, sobre todo en grandes áreas metropolitanas, la conexión de los polígonos con las estaciones de Cercanías-RENFE o del transporte suburbano, mediante autobuses lanzadera.
- Promoción del transporte marítimo de cabotaje y del de corta distancia.

### **19.2.3 Racionalización de la demanda y disminución de la necesidad del transporte**

Las medidas de racionalización de la demanda y disminución de la necesidad del transporte se pueden agrupar en dos grandes categorías:

- Las medidas de limitación normativa de la demanda podrían llegar a estar justificadas en situaciones puntuales y transitorias; pero no parece que sean de aplicación en una estrategia que debe desarrollarse en el largo plazo, como la reducción de las emisiones del sector.
- Las medidas ligadas al precio del transporte parecen más adaptadas al entorno socioeconómico y político actual. Entre ellas merece la pena destacar la fiscalidad sobre los carburantes y vehículos, y el establecimiento de un sistema de tarificación por el uso de la infraestructura.

En este ámbito la fiscalidad tiene un importante papel que desempeñar como parte de una combinación adecuada de instrumentos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ello en el contexto comunitario se considera que el uso de instrumentos fiscales debería proyectarse como complemento de otros instrumentos, enfocándose en especial a contribuir a la mejora de los precios relativos a favor de las opciones que no producen o apenas producen emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo en cuenta las consideraciones de carácter social y económico. En todo caso, si bien el uso de la fiscalidad para racionalizar la demanda de transporte privado constituye una opción destacada, no es menos cierto que su eficacia como instrumento regulador de la demanda puede variar mucho de unos países a otros, en función de sus distintas circunstancias.

La fiscalidad sobre el transporte privado abarca, en nuestro sistema impositivo, cuatro aspectos distintos: los impuestos sobre combustibles, la exigencia de precio por el uso de infraestructuras viarias, los impuestos por la adquisición de vehículos, y los impuestos por el uso que se haga de ellos. De los cuatro, el incremento de la fiscalidad sobre los combustibles es una de las medidas más evocadas para limitar el crecimiento del transporte. Aunque se trata de un instrumento de concepción y aplicación relativamente sencilla, existen posiciones diferentes sobre su utilidad.

Por ello, las iniciativas en este sentido se han de enmarcar en el contexto comunitario, donde

se han producido avances significativos tales como la revisión en curso del marco comunitario para los productos energéticos cuando se usen como carburante de automoción, distinguiendo el de uso privado del de uso profesional, fijado por las Directivas 92/81/CEE y 92/82/CEE del Consejo a fin de facilitar una aproximación entre la fiscalidad aplicada al gasóleo y a la gasolina destinados al vehículo particular. En la misma línea se encuentra la obligación de España de dar cabal cumplimiento a las disposiciones de la Directiva Comunitaria sobre fiscalidad de la energía, que para nuestro país conlleva la realización de un esfuerzo especial porque supone importantes subidas impositivas, mayores que para otros Estados miembros que tienen ya impuestos sobre hidrocarburos más elevados.

En el caso del transporte aéreo, se observan elasticidades al precio del combustible más elevadas que en el caso del transporte por carretera. El efecto del establecimiento de impuestos sobre el combustible de aviación -actualmente no soporta impuestos- se ha estimado en una reducción entre un 5% y un 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de este modo de transporte. Ahora bien, dada la naturaleza de este transporte, y a fin de evitar perjuicios no deseados en términos de competitividad, la imposición de los carburantes de aviación debe ser promovida en el ámbito internacional.

Por otra parte, como ya se ha señalado, además del incremento de la fiscalidad sobre combustibles, el enfoque que ahora prima en la UE es el de fomentar otras alternativas fiscales relevantes que promuevan aquellas opciones de transporte que generen menos emisiones de gases de efecto invernadero. En esta línea se enmarcan acciones ya vigentes en España, como el apoyo especial al uso de biocombustibles o las deducciones fiscales que fomentan la adquisición de vehículos industriales o comerciales de transporte por carretera que contribuyan a la reducción de la contaminación atmosférica, contempladas en la Ley del Impuesto sobre Sociedades y en el Real Decreto Ley 2/2003, de 25 de abril, de medidas de reforma económica, así como en la Ley de Haciendas Locales.

Consecuentemente, a tenor de lo expuesto y conforme al marco comunitario vigente, la política fiscal española en este ámbito debe proseguir fortaleciendo medidas que incentiven opciones de transporte con menor impacto en términos de emisiones de gases de efecto invernadero. A tal efecto la consideración de la ampliación a otros supuestos de este tipo de medidas ya vigentes, así como de la aplicación de este mismo enfoque en la revisión de las normas fiscales que afectan a este ámbito y la exploración de nuevas alternativas, facilitaría que España pueda compaginar la necesaria reducción de emisiones del sector del transporte con el cumplimiento de otros objetivos, tales como el ahorro y la eficiencia energética, y el desarrollo económico y social.

Por otro lado, el establecimiento de un sistema de precios por el acceso a las infraestructuras puede ser un mecanismo eficaz de regulación de la demanda. La Comisión Europea ha estimado un efecto medio del 11% sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. En el caso de España existen los siguientes mecanismos de actuación:

- Una adecuada política de precios para el aparcamiento en destino en el centro de las ciudades, mecanismo de gran eficacia si se combina con una rigurosa política de disciplina del aparcamiento.
- Tarifación del uso de las infraestructuras viarias interurbanas.
- Establecimiento de peajes urbanos, cada vez más viables con la aplicación de los nuevos sistemas de peaje electrónico.

La relación de posibles medidas es:

- Modificación de la tarifación del combustible del transporte aéreo.
- Modificación de la fiscalidad del transporte por carretera:
  - ✧ aumento de los impuestos del carburante para la creación de un fondo con el objeto de adquirir certificados de reducción de emisiones;
  - ✧ modificar la estructura impositiva en función de las emisiones, a través del aumento de los impuestos del carburante y la reducción de los impuestos fijos sobre los vehículos.
- Tarifación del uso de las infraestructuras viarias interurbanas.
- Tarifación del uso de las infraestructuras viarias en ámbitos urbanos.
- Introducción de impuestos sobre el carburante de aviación.
- Para facilitar la aplicación y el cumplimiento de las medidas de racionalización de la demanda, fomentar el transporte público, mejorando su oferta, frecuencia y puntualidad, y favoreciendo el uso de tecnologías limpias en los mismos, así como su accesibilidad para personas discapacitadas.
- Medidas administrativas, tanto sobre el transporte por carretera como sobre la planificación del territorio, que ayuden a reducir las necesidades de transporte.

#### **19.2.4 Otras medidas adicionales**

Entre las medidas adicionales que se podrían aplicar en el sector del transporte, se pueden ci-

tar las siguientes:

- Reforzar las inversiones en infraestructuras del transporte para:
  - ❖ el impulso del transporte por ferrocarril, y en particular el convencional (velocidad hasta 220 km/h), especialmente para mercancías;
  - ❖ el transporte colectivo;
  - ❖ el incentivo de planes de transporte que favorezcan los modos no motorizados;
  - ❖ la reducción de las necesidades de movilidad.
- Racionalizar la demanda con la intención de reducir la necesidad del transporte aéreo, facilitando la accesibilidad.
- Estimular políticas de ordenación del territorio que favorezca la disminución del transporte obligado.
- Impulsar medidas que favorezcan la movilidad no motorizada en las ciudades, ofreciendo alternativas que disuadan positivamente del uso de vehículos -en particular no colectivos-, como por ejemplo:
  - ❖ planes de peatonalización de las áreas declaradas de interés histórico-artístico;
  - ❖ reestructuración del espacio público urbano;
  - ❖ limitación de la circulación y aparcamiento de vehículos de motor y no colectivos.
- Avanzar en la evaluación e internalización de los costes externos generados por los distintos modos de transporte.

## 20 SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

El crecimiento de la población española ha ido acompañado de una notable redistribución espacial de la misma como consecuencia de los movimientos migratorios y de los desiguales comportamientos demográficos, debidos a la peculiar estructura de la población de cada zona. Esta redistribución espacial ha implicado un aumento muy considerable de la población residente en los núcleos y regiones urbanas e industriales, y una reducción de la población rural y semirural, acompañada de fenómenos de despoblamiento en amplias áreas rurales de la España interior.

Así como es imprescindible el buen funcionamiento de los sectores primario y secundario para una buena gestión económica de los recursos de un país, el sector terciario es muy importante de cara al bienestar social. Dentro del sector terciario se pueden incluir diversas actividades, que van desde la propia vida cotidiana de los ciudadanos -incluyendo los aspectos de gestión administrativa, sanitarios, etc.- hasta otros de tipo recreativo o de entretenimiento que en España tienen una importancia vital en su economía y en las emisiones de gases de efecto invernadero, como es el turismo, la primera fuente de divisas y responsable de un gran número de empleos y una sustancial aportación al PIB.

### 20.1 EMISIONES DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INSTITUCIONAL

Las emisiones de los sectores residencial, comercial e institucional proceden de la quema de

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Residencial: combustibles líquidos	10.267,2	17,48%	3,19%	5,24%	10,18%	13,88%	7,60%
Residencial: combustibles sólidos	2.309,6	14,81%	2,27%	-35,38%	-38,02%	-59,57%	-88,38%
Residencial: combustibles gaseosos	920,9	49,48%	115,67%	150,30%	219,77%	360,03%	507,33%
Residencial: biomasa	750,6	-1,76%	-5,21%	-8,69%	-10,42%	-10,42%	-10,42%
Comercial e institucional: comb. líquidos	3.294,1	12,91%	5,53%	40,56%	34,86%	39,45%	53,32%
Comercial e institucional: comb. sólidos	167,3	130,84%	29,41%	-29,71%	-47,64%	-50,81%	-6,28%
Comercial e institucional: comb. gaseosos	385,5	45,89%	92,22%	73,46%	162,08%	231,31%	337,35%
Comercial e institucional: biomasa	9,5	-10,53%	-2,11%	4,21%	8,42%	8,42%	8,42%
TOTAL de los años 1990 y base	18.104,7	18,79%	11,02%	14,43%	21,04%	29,81%	35,26%
Dióxido de carbono	16.665,7	19,68%	11,60%	15,54%	22,60%	32,26%	38,43%
Metano	796,0	5,75%	0,65%	-9,42%	-10,25%	-15,64%	-22,71%
Óxido nitroso	643,0	11,90%	8,82%	15,26%	19,35%	22,61%	24,73%
Porcentaje sobre el total nacional	6,29%	7,31%	6,90%	6,49%	6,59%	6,34%	6,40%

**Tabla 24.- Evolución de las emisiones de los sectores residencial, comercial e institucional**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

combustibles en los edificios. La mayor parte de las medidas del sector tienen como objetivo reducir las emisiones directas e indirectas de CO<sub>2</sub>, mediante actuaciones sobre la demanda de energía, dado que este gas contribuye en más de un 90% a las emisiones directas y en gran medida también a las indirectas. Es decir, al igual que en otras actividades es importante recalcar que las emi-

siones imputables a estos sectores se corresponden con el consumo de energía final, por lo que no se computan las derivadas de la producción y transformación, que se hace en el sector energético. En consecuencia, el consumo de electricidad procedente de las redes públicas de distribución no conlleva la imputación de emisiones a este sector.

En la Tabla 24 (página 104) se muestra la variación de las emisiones del sector con respecto a 1990, mientras que en la Tabla 25 (página 105) figura el reparto porcentual de las actividades de

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
Residencial: combustibles líquidos	49,87%	0,04%	1,60%	51,51%
Residencial: combustibles sólidos	6,69%	0,55%	0,23%	7,47%
Residencial: combustibles gaseosos	12,92%	0,01%	0,14%	13,07%
Residencial: biomasa	0,00%	2,66%	0,53%	3,19%
Comercial e institucional: comb. líquidos	18,71%	0,03%	0,85%	19,59%
Comercial e institucional: comb. sólidos	0,77%	0,05%	0,02%	0,84%
Comercial e institucional: comb. gaseosos	4,23%	0,00%	0,05%	4,28%
Comercial e institucional: biomasa	0,00%	0,04%	0,01%	0,05%
TOTAL	93,19%	3,38%	3,43%	

**Tabla 25.- Reparto de emisiones de los sectores residencial, comercial e institucional en el periodo 1990-2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

entro del sector como promedio del período 1990-2001.

## 20.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

De la lista de posibles medidas a adoptar en los sectores comercial, institucional y residencial, se ha seleccionado y priorizado un conjunto de ellas. En estas medidas se han diferenciado las correspondientes a los edificios existentes (subsectores residencial e institucional y comercial) y a los edificios nuevos.

Sin menoscabo de las medidas e instrumentos que se mencionan en los siguientes apartados, y dada la importancia del parque de edificios e instalaciones turísticas y de ocio en España, convendría impulsar planes que aborden, en todas sus facetas -incluida la de financiación-, la manera en que estos edificios e instalaciones puedan -en su diseño, explotación y mantenimiento- incrementar su eficiencia en términos de emisiones de gases de efecto invernadero.

### 20.2.1 Edificios existentes en el subsector residencial

Las medidas aplicables a los edificios existentes en el sector residencial se pueden agrupar en acciones sobre la envolvente edificatoria, sobre las instalaciones y equipos, y sobre el consumo.

#### 20.2.1.1 Acciones sobre la envolvente edificatoria

- Instalación de ventanas con cristal sencillo retranqueadas o sustitución por otras de doble acristalamiento y cámara de aire.
- Instalación de burletes en los cerramientos de ventanas y cajas de persianas para reducir las infiltraciones de aire.
- Aislamiento en muros y cubiertas, eliminación de barreras (cuberradiadores) para la buena emisión de calor por los radiadores, y aislamiento de puentes térmicos y capialzados de persianas.
- Aplicación de medidas para reducir la carga de refrigeración, dada la creciente importancia de las demandas de refrigeración, sobre todo en las Comunidades de clima más cálido y soleado, mediante acciones tales como:
  - ✧ instalación de láminas de control solar en la superficie interior de vidrios en las fachadas con orientación hacia el Sol;
  - ✧ colocar vidrios aislantes del calor;
  - ✧ oscurecer las ventanas;
  - ✧ aumentar la cantidad de luz reflejada por el edificio;
  - ✧ aislar o instalar barreras radiantes en el tejado;
  - ✧ plantar árboles o vegetación que proporcione refrigeración mediante la sombra y la evapotranspiración;
  - ✧ reducir la infiltración en los espacios con aire acondicionado.
- Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre la envolvente edificatoria.

**20.2.1.2 Acciones sobre las instalaciones y equipos**

- Sustitución de las calderas de calefacción y de agua caliente sanitaria con antigüedad superior a 15 años en comunidades de propietarios por calderas con marcado energético. Sobre el parque actual -50.000 comunidades de propietarios con calefacción y agua caliente centralizadas, con un promedio de 1,7 calderas por comunidad-, el 40% tiene más de 15 años.
- Promover acciones de sustitución de combustibles líquidos por alternativas que supongan un menor nivel de emisiones.
- Reactivación de los programas de gestión de la demanda previstos en la Ley 54/1997, del Sector Eléctrico. Dichos programas no sólo consisten en campañas de divulgación y concienciación, sino también en el establecimiento de incentivos económicos para que la decisión del consumidor se incline hacia los dispositivos de bajo consumo y para que los dispositivos que entran en el mercado sean los más eficientes energéticamente. Esta acción se puede llevar a cabo mediante la aplicación de medidas tales como:
  - ✧ la sustitución de bombillas incandescentes -suponen un mayor consumo eléctrico, menor duración y rendimiento luminoso que se va deteriorando- por lámparas de bajo consumo;
  - ✧ la reposición natural de equipos por otros más eficientes energéticamente;
  - ✧ la formación de vendedores sobre etiquetado energético obligatorio en los electrodomésticos;
  - ✧ fomentar acuerdos voluntarios con fabricantes y comerciantes que promuevan la sustitución de modelos menos eficientes por otros de alta eficiencia energética, como por ejemplo:
    - ⇒ cocinas y hornos con sistemas no basados en resistencias eléctricas;
    - ⇒ lavadoras y lavavajillas bitérmicos;
  - ✧ promover la extensión de la implantación del etiquetado energético en los aparatos que actualmente carecen de él.
- Promover que los consumidores utilicen sistemas no eléctricos, especialmente calentadores solares y calderas de condensación por gas.
- Promover sistemas de refrigeración y ventilación eficientes y de bajo consumo: enfriadores evaporativos, ventiladores de techo, etc.
- Promover acciones de sustitución de equipos que contengan gases fluorados por otras alternativas ambientalmente más seguras, siempre que sean técnica y económicamente viables. Así mismo, asegurar que mediante inspecciones periódicas se reduzcan las fugas en los equipos que contengan dichos gases fluorados.
- Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre instalaciones y equipos.
- Inspección periódica de calderas con potencia nominal mayor que 20 kW (Directiva 2002/91/CE).
- Inspección periódica de los sistemas de aire acondicionado con potencia nominal superior a 12 kW (Directiva 2002/91/CE).

**20.2.1.3 Acciones sobre el consumo**

- Distribución del gasto en calefacción colectiva según el consumo individual. Una vez transpuesta la Directiva SAVE 93/76/CEE mediante el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), 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.
- Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre el consumo.
- Puesta en aplicación, a la mayor brevedad posible, de la Directiva 2002/91/CE, sobre Certificación Energética de Edificios.

**20.2.2 Edificios existentes en el subsector comercial e institucional**

Las posibles medidas aplicables a los edificios ya existentes en el subsector comercial e institucional se han agrupado de la misma forma que las correspondientes al subsector residencial.

**20.2.2.1 Acciones sobre la envolvente edificatoria**

- Instalación de ventanas con cristal sencillo retransparecidas o sustitución por otras de doble acristalamiento y cámara de aire.
- Aislamiento en muros y cubiertas, eliminación de barreras (cuberradiadores) para la buena emisión de calor por los radiadores, y aislamiento de puentes térmicos y capialzados de persianas.

- Aplicación de medidas para reducir la carga de refrigeración, dada la creciente importancia de las demandas de refrigeración, sobre todo en las Comunidades de clima más cálido y soleado, mediante acciones tales como:
  - ✧ instalación de láminas de control solar en la superficie interior de vidrios en las fachadas con orientación hacia el Sol;
  - ✧ colocar vidrios aislantes del calor;
  - ✧ oscurecer las ventanas;
  - ✧ aumentar la cantidad de luz reflejada por el edificio;
  - ✧ aislar o instalar barreras radiantes en el tejado;
  - ✧ plantar árboles o vegetación que proporcione refrigeración mediante la sombra y la evapotranspiración;
  - ✧ reducir la infiltración en los espacios con aire acondicionado.
- Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre la envolvente edificatoria.

#### **20.2.2.2 Acciones sobre las instalaciones y equipos**

- Instalación de sistemas de cogeneración para autoconsumo en edificios con más de 3.000 horas al año de uso y más de 3.000 MWh de consumo. En la Administración Pública el instrumento sería el desarrollo de la Directiva SAVE 93/76/CEE y la inversión y amortización plurianual en sus edificios.
- Inspección periódica de calderas con potencia nominal mayor que 20 kW (Directiva 2002/91/CE).
- Sustitución de las calderas de calefacción y agua caliente sanitaria con más de 15 años de antigüedad por calderas con marcado energético. De los 224.000 edificios con calderas, el 40% tiene más de 15 años.
- Promover acciones de sustitución de combustibles líquidos por alternativas que supongan un menor nivel de emisiones.
- Elaborar el reglamento de eficiencia energética en iluminación, dado que se estima que su consumo es el 70% del total en iluminación, ofimática y movimiento.
- Promoción de un uso más eficiente de sistemas de iluminación mediante la adopción de medidas tales como:
  - ✧ reemplazar las bombillas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas;
  - ✧ reemplazar los tubos fluorescentes estándar por otros eficientes;
  - ✧ reemplazar los balastos estándar de los fluorescentes por otros electrónicos o magnéticos de alta eficacia;
  - ✧ reducir el resplandor molesto y hacer un uso adecuado de la luz natural;
  - ✧ instalar reflectores ópticos y retirar las lámparas que dejen de ser necesarias;
  - ✧ instalar sensores de ocupación y/o sistemas de control inteligentes.
- Aplicación de medidas para reducir la carga de refrigeración, dada la creciente importancia de las demandas de refrigeración, sobre todo en las Comunidades de clima más cálido y soleado, mediante acciones tales como:
  - ✧ mejorar la eficiencia del equipo de iluminación;
  - ✧ reemplazar el equipamiento de oficina ineficiente por modelos de alta eficiencia;
  - ✧ dar salida al calor de fuentes localizadas, tales como ciertas máquinas utilizadas en las oficinas.
- Implantación de un conjunto de medidas para mejorar la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado. Estas medidas pueden ser, entre otras, las siguientes:
  - ✧ para los sistemas centrales de aire acondicionado:
    - ⇒ dimensionar adecuadamente la bomba de la torre de refrigeración;
    - ⇒ usar el control entálpico para reducir la carga del enfriador;
    - ⇒ aumentar los puntos de consigna de la temperatura;
    - ⇒ reducir las pérdidas de aire y las infiltraciones en las habitaciones;
    - ⇒ operar los ventiladores de acuerdo con las cargas;
    - ⇒ usar compresores, bombas y motores más eficientes;
    - ⇒ sustituir equipos de compresión por los de evaporación, siempre que sea factible;
    - ⇒ garantizar la inspección periódica de los sistemas.
  - ✧ para los sistemas no centralizados de aire acondicionado:
    - ⇒ fomentar acuerdos voluntarios con fabricantes y comerciantes que promuevan la sus-

- titución de modelos menos eficientes por otros de alta eficiencia energética;
- ⇒ promover mejores sistemas de control;
- ⇒ promoción de servicios especializados de acondicionamiento energético de locales, gestionados por compañías de servicios energéticos integrados;
- ⇒ garantizar la inspección periódica de los sistemas con potencia nominal superior a 12 kW.

- Promover acciones de sustitución de equipos que contengan gases fluorados por otras alternativas ambientalmente más seguras, siempre que sean técnica y económicamente viables. Así mismo, asegurar que mediante inspecciones periódicas se reduzcan las fugas en los equipos que contengan dichos gases fluorados.
- Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética técnica, funcional y económicamente viables en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre instalaciones y equipos.

#### **20.2.2.3 Acciones sobre el consumo**

- Aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética en edificios de más de 1.000 m<sup>2</sup> sometidos a reformas importantes (Directiva 2002/91/CE), en las acciones sobre el consumo.
- Puesta en aplicación, a la mayor brevedad posible, de la Directiva 2002/91/CE, sobre Certificación Energética de Edificios.

### **20.2.3 Edificios nuevos**

Las medidas aplicables a los edificios nuevos se han agrupado, como en los edificios existentes, en acciones sobre la envolvente edificatoria, sobre las instalaciones y equipos, y sobre el consumo:

#### **20.2.3.1 Acciones sobre la envolvente edificatoria**

- Promover mecanismos de incentivación de la construcción de edificios energéticamente eficientes.
- Aplicación de las exigencias de limitación de la demanda de la normativa de la edificación (Directiva 2002/91/CE).
- Revisión urgente de la normativa técnica de edificación para que se incorporen criterios bioclimáticos en la misma al objeto de lograr, entre otros, el máximo aprovechamiento de la energía solar pasiva para iluminación y climatización, un mayor y mejor aislamiento térmico, y la integración arquitectónica y preinstalación de colectores solares térmicos y módulos fotovoltaicos. Así mismo, en dicha revisión deberían reforzarse las medidas para reducir las cargas de refrigeración en los edificios nuevos. Entre estas medidas cabría contemplar:
  - ✧ prestar atención a la forma del edificio y su orientación para minimizar las ganancias de calor radiante y solar no deseadas, y para maximizar la ventilación y la luz natural;
  - ✧ utilizar materiales adecuados para reducir las ganancias solares, por ejemplo, aislantes, barreras de radiación, superficies coloreadas, etc.;
  - ✧ optimizar la masa térmica del edificio de forma que el efecto refrigerante de la noche se retrase a las horas del día;
  - ✧ cuando sea posible, utilizar el paisaje y la vegetación para proporcionar sombra, corrientes de aire y evapotranspiración.

#### **20.2.3.2 Acciones sobre las instalaciones y equipos**

- Adopción de sistemas alternativos, técnica, ambiental y económicamente viables, tales como sistemas descentralizados de producción de energía basados en energías renovables, sistemas de cogeneración, calefacción o refrigeración central o urbana, o bombas de calor.
- Promover acciones de utilización de equipos que no contengan gases fluorados y constituyan alternativas ambientalmente más seguras, y que sean técnica y económicamente viables.
- Revisar el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- Obligación de dotar de termostato de ambiente a todas las viviendas con calefacción o refrigeración.
- Promover la adopción de medidas que obliguen a incrementar, en el mayor porcentaje posible, la obtención del agua caliente sanitaria para los edificios mediante la instalación de equipos de energía solar térmica.
- Aplicación de nuevas exigencias sobre energía solar fotovoltaica en la normativa de la edificación.
- Aplicación de las exigencias de rendimiento de las instalaciones de iluminación de la normativa de la edificación.

#### **20.2.3.3 Acciones sobre el consumo**

- Aplicación de la Certificación energética de edificios CAENER (Directiva 2002/91/CE).

## 21 AGRICULTURA Y GANADERÍA

La participación del sector primario en la economía nacional ha ido paulatinamente perdiendo importancia desde 1950, como corresponde a un proceso de desarrollo. La configuración orográfica de España y su situación geográfica han dado lugar a una gran diversidad de medios agroclimáticos que, junto con la acción del hombre, han configurado un mosaico de paisajes agrarios con desigual capacidad productiva y con distintas formas de asentamientos. Las limitaciones físicas más importantes para la actividad agrícola en España provienen del clima, con una escasa e irregular distribución de la precipitación, o con veranos cortos y calurosos; del relieve, con una altitud media elevada con fuertes pendientes; de la erosión del suelo, con un riesgo muy alto en la mayor parte del país debido a la intensidad de las precipitaciones y a la naturaleza y pendiente del suelo; y de las características de los suelos, en ocasiones pobres. A fin de paliar los inconvenientes que, para la actividad agrícola, suponen tales limitaciones, el riego y los cultivos protegidos configuran una alternativa de gran importancia. Por el contrario, otras zonas -tales como las depresiones del Ebro y del Guadalquivir, y la franja mediterránea- presentan condiciones climáticas más favorables que han propiciado la aparición y el desarrollo de unas agriculturas más intensas y dinámicas.

Los considerables cambios socioeconómicos ocurridos en nuestro país, en los niveles de renta, los movimientos migratorios, la disminución del tamaño medio de la familia, etc., han influido en la modificación de las pautas del consumo alimenticio, y por tanto en la producción agrícola y ganadera. Durante las últimas décadas se ha pasado de una alimentación en la que los productos animales y los transformados tenían escasa participación, a una dieta con una proporción muy elevada de estos productos, que sustituyen en parte al consumo de algunos productos vegetales o de sus transformados. Esto se traduce, en la práctica, en una ingesta que supera las necesidades alimenticias del individuo medio y centra el consumo en los productos que tienen un contenido elevado de proteínas y energía.

La regresión se ha centrado en el capítulo de los productos feculentos, ricos en hidratos de carbono asimilables, en tanto que el consumo de proteínas y de grasas apenas ha experimentado variación. La agricultura española se ha adaptado a las nuevas demandas del consumidor, acrecentando notablemente la producción de especies hortícolas, sobre todo las cultivadas bajo plástico.

Dentro del proceso de modernización de la agricultura española, las características más importantes a destacar son la sustitución del trabajo humano por bienes de equipo (maquinaria, instalaciones, etc.), el decrecimiento del número de activos ocupados en la actividad agraria y el aumento del tamaño de las explotaciones. Todo ello ha tenido, como consecuencia, un continuo crecimiento de la productividad y, por tanto, de las disponibilidades alimentarias, a lo que ha contribuido el incremento de la utilización de insumos como productos fitosanitarios, fertilizantes (especialmente nitrogenados), lo que, consecuentemente, ha generado un aumento en las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero.

Dentro del sector ganadero, el del ganado porcino es el que tiene más peso en la producción ganadera, junto con la avicultura de puesta, que ha tenido un crecimiento espectacular en los últimos años. Le sigue en importancia la producción de ganado vacuno de carne y leche, mientras que el ganado ovino es la especie con mayor tradición histórica. El ganado caprino ha disminuido de forma muy notable en los últimos cincuenta años, al igual que el ganado equino, que ha experimentado una disminución gradual y progresiva de su cabaña, sobre todo el ganado mular y el asnal, mientras que el caballo se mantiene, aunque en un nivel muy bajo.

### 21.1 EMISIONES DEL SECTOR AGRARIO

Las actividades del sector agrario que producen emisiones de gases de efecto invernadero se corresponden con las categorías de combustión agraria -maquinaria agrícola, excluyendo el transporte agrícola por carretera-, y explotaciones agrícolas -cultivo de arroz, suelos agrícolas y quema in-situ de residuos agrícolas- o ganaderas -fermentación entérica y detritos de animales-.

En el caso del CO<sub>2</sub> las emisiones procedentes de actividades agrarias -excluyendo la combustión- no son computables a efectos del Protocolo de Kioto, dado que su origen es orgánico, por lo que los correspondientes átomos de carbono han sido previamente absorbidos por un reservorio, con un balance neto que es nulo en promedio.

En cuanto al CH<sub>4</sub>, sus emisiones proceden básicamente de la fermentación anaerobia de detritos animales y de la fermentación entérica en los rumiantes. El resto, menos importante, procede de suelos agrarios, quema de residuos y cultivo de arroz. En el caso del N<sub>2</sub>O las emisiones proceden

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Combustión: combustibles líquidos	9.272,6	4,14%	6,66%	8,23%	8,16%	14,04%	15,74%
Combustión: combustibles gaseosos	77,7	-94,85%	-87,77%	-72,97%	-16,99%	152,77%	233,59%
Combustión: biomasa y otros	62,8	-68,63%	-76,11%	-97,93%	-97,93%	-97,93%	-97,93%
Digestión/detritos vacas	8.081,5	3,00%	-1,64%	9,41%	12,45%	17,68%	21,65%
Digestión/detritos ovejas	4.381,2	-0,26%	1,70%	-11,23%	1,35%	2,40%	2,90%
Digestión/detritos cabras	384,9	-18,99%	-19,49%	-31,02%	-18,16%	-27,83%	-14,73%
Digestión/detritos caballos, asnos y mulos	157,6	-0,25%	-0,38%	0,13%	0,13%	-0,19%	0,00%
Digestión/detritos cerdos	5.533,1	-3,76%	10,11%	16,16%	20,77%	33,64%	44,77%
Detritos gallinas	333,7	-2,34%	-6,05%	1,98%	-1,17%	0,66%	2,22%
Detritos: almacenamiento sólido y seco	1.564,0	-0,29%	-3,95%	-4,96%	-3,49%	-1,84%	-2,62%
Detritos: sistemas líquidos y otros	67,7	-2,66%	8,86%	11,23%	15,36%	25,85%	34,71%
Cultivo de arroz	227,5	3,82%	-46,99%	-39,69%	25,80%	22,37%	29,63%
Suelos agrícolas	16.276,6	-0,83%	-12,36%	-8,96%	0,30%	7,80%	7,71%
Quema de residuos	365,8	-0,36%	-0,90%	-7,52%	3,25%	-13,83%	1,20%
TOTAL de los años 1990 y base	46.786,7	0,16%	-2,72%	0,10%	6,19%	12,63%	15,37%
Dióxido de carbono	9.287,0	2,90%	5,45%	6,99%	7,41%	14,55%	16,91%
Metano	19.202,3	-0,28%	1,51%	4,89%	11,37%	17,31%	22,74%
Óxido nitroso	18.297,4	-0,77%	-11,30%	-8,41%	0,14%	6,75%	6,87%
Porcentaje sobre el total nacional	16,27%	15,93%	15,62%	14,67%	14,94%	14,20%	14,10%

**Tabla 26.- Evolución de las emisiones del sector agrario**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

den fundamentalmente de los suelos agrícolas como consecuencia de los procesos de nitrificación y desnitrificación, intensificados cuando se produce una excesiva aplicación de abonos nitrogenados no ajustada a las necesidades reales de los cultivos y a las condiciones y funcionamiento de cada tipo de suelo. Así mismo, hay que considerar como otra causa cada vez más importante de emisiones los almacenamientos de diferentes detritos.

En la Tabla 26 (página 110) se muestra la variación de las emisiones del sector con respecto a 1990, mientras que en la Tabla 27 (página 110) figura el reparto porcentual de las actividades de

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
Combustión: combustibles líquidos	20,15%	0,06%	0,18%	20,39%
Combustión: combustibles gaseosos	0,16%	0,00%	0,00%	0,16%
Combustión: biomasa y otros	0,01%	0,01%	0,00%	0,02%
Digestión/detritos vacas	0,00%	17,84%	0,00%	17,84%
Digestión/detritos ovejas	0,00%	8,91%	0,00%	8,91%
Digestión/detritos cabras	0,00%	0,63%	0,00%	0,63%
Digestión/detritos caballos, asnos y mulos	0,00%	0,32%	0,00%	0,32%
Digestión/detritos cerdos	0,00%	13,39%	0,00%	13,39%
Detritos gallinas	0,00%	0,67%	0,00%	0,67%
Detritos: almacenamiento sólido y seco	0,00%	0,00%	3,09%	3,09%
Detritos: sistemas líquidos y otros	0,00%	0,00%	0,16%	0,16%
Cultivo de arroz	0,00%	0,47%	0,00%	0,47%
Suelos agrícolas	0,00%	0,00%	33,22%	33,22%
Quema de residuos	0,00%	0,12%	0,61%	0,73%
TOTAL	20,32%	42,42%	37,26%	

**Tabla 27.- Reparto de emisiones del sector agrario en el periodo 1990-2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

entro del sector como promedio del período 1990-2001.

El objetivo general de las actuaciones en el sector agrario debe ser la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura y ganadería sin que ello implique una reducción de la actividad agraria en España. Además, estas actuaciones tendrían unos efectos indirectos con reducciones que se computarían en otros epígrafes del inventario:

- La absorción de CO<sub>2</sub> a través de la creación de cubiertas vegetales agrarias de carácter arbóreo o arbustivo, como sumideros permanentes (que se computan en el sector de cambios de

uso de la tierra y bosques).

- La menor emisión de CO<sub>2</sub> por disminución de la fabricación de abonos minerales (cuya contabilización queda englobada en el sector industrial) y de labores agrícolas mecanizadas.
- La reducción de CH<sub>4</sub> de anaerobiosis por utilización de residuos en la agricultura (cuya contabilización se realiza en la reducción del CH<sub>4</sub> en vertederos).

Por otra parte, en la actividad ganadera destaca el elevado nivel de extensificación de la cabaña de rumiantes -concuera con el modelo que propone la UE sobre agricultura sostenible-, que hace difícil la reducción de emisiones procedentes de la fermentación entérica, salvo que se oriente la política hacia la disminución del número de cabezas de la cabaña. Esto, además de provocar efectos negativos en el equilibrio ecológico y cambios sociales, no asegura una reducción global de las emisiones, ya que esta producción ganadera se trasladaría a otros países. Por tanto, la reducción de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el caso de la ganadería extensiva debería quedar limitada al control de la calidad de los alimentos.

No obstante, también se puede actuar sobre los residuos y estiércoles ganaderos, y sobre la quema de residuos agrícolas. En un caso disminuyendo la generación de licuados y reduciendo los procesos de anaerobiosis espontánea, y en el otro mediante el entierro de residuos como abonado verde y limitando la quema de rastrojeras. Esto, en países con alta proporción de terrenos áridos y semiáridos -pobres en materia orgánica-, representa una vía de reciclado de compuestos orgánicos que reducirán la proporción que debe ser destinada a vertederos o que se almacenan durante largos períodos de tiempo en condiciones de anaerobiosis. Ambas propuestas no tienen las mismas posibilidades en España que en otros países comunitarios, ya que se trata de acciones con una capacidad limitada en cuanto a resultados. De ahí que las medidas a adoptar deban comenzar por la identificación de las zonas agrarias potencialmente más emisoras de gases de efecto invernadero, las de mayor intensidad en la aplicación de abonos minerales y las zonas vulnerables -declaradas en cumplimiento de la Directiva 91/676/CE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola-, para posteriormente aplicar en cada caso las soluciones más idóneas.

## 21.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

- Medidas para mantener un adecuado conocimiento y control de las fuentes de emisión y poder optimizar el uso de recursos en la reducción de emisiones:
  - ✧ Inventario de zonas agrarias de mayor potencial de emisión de gases de efecto invernadero para diseñar planes concretos de acción.
  - ✧ Información, promoción e incentivación para el cumplimiento eficaz de las normativas de la UE y nacional, relativas a la reducción del uso de abonos minerales y productos fitosanitarios, así como para la aplicación de los códigos de buenas prácticas agrícolas.
  - ✧ Desarrollo de programas para reducir emisiones aplicados a zonas de explotaciones agrícolas y ganaderas intensivas.
  - ✧ Coordinación de las políticas agrarias con otros sectores de actividad que generan subproductos susceptibles de uso en la agricultura.
  - ✧ Medidas de apoyo a la racionalización de la gestión de estiércoles y otros residuos ganaderos y a la mejora de las características de los alimentos de la ganadería intensiva.
  - ✧ Incremento de la actividad de investigación y desarrollo relacionada con la interacción agricultura-medio ambiente, así como de los factores de emisión de las principales actividades agrarias.
- Medidas vigentes destinadas a la limitación y reducción de emisiones:
  - ✧ Potenciación de las medidas agroambientales del Programa de Desarrollo Rural, de carácter voluntario para los interesados, que contribuyan a la reducción de emisiones, en particular:
    - ⇒ Extensificación de la producción agraria.
    - ⇒ Racionalización del consumo de productos químicos, fertilizantes y fitosanitarios. Se fomentará para ello la agricultura ecológica y las técnicas de producción integrada.
    - ⇒ Protección de humedales con medidas encaminadas a la reducción del uso de abonos y productos fitosanitarios, especialmente la disminución de la fertilización nitrogenada de síntesis en el cultivo del arroz.
    - ⇒ Gestión integrada de las explotaciones agrícolas y ganaderas, conforme a las prácticas establecidas en la normativa reguladora, en especial en lo que se refiere a la quema de rastrojos agrícolas y de matorrales en zonas de pasto, así como al cumplimiento de las cargas ganaderas que correspondan en cada caso.
    - ⇒ Reducción parcial o total del laboreo en cultivos leñosos en zonas con pendientes superiores al 10%, o de riesgo alto de erosión.

- ⇒ Forestación de tierras agrarias.
  - ⇒ Planes de acción en zonas vulnerables en cuanto a contaminación de aguas subterráneas por nitratos de origen agrícola, en las que se tiene que rebajar el exceso de aportación de nitrógeno mediante la aplicación de un código de buenas prácticas agrícolas, y de limitaciones y restricciones en la aplicación de fertilizantes nitrogenados.
- Medidas total o parcialmente nuevas destinadas a la limitación y reducción de emisiones:
- ✧ Utilización agrícola del compost de lodos de depuradoras o procedentes de residuos sólidos urbanos -previa recogida selectiva en origen- que hayan sido previamente tratados y que cumplan las exigencias necesarias para garantizar que no se superen, en ningún caso, los valores límite de concentración de metales pesados que pueda recibir cada tipo de suelo y cultivo, así como los establecidos en el Real Decreto 1310/90, por el que se transpone a nuestro derecho interno la Directiva 86/278/CE, relativa a la protección de los suelos en la utilización de los lodos de depuradoras en la agricultura.
  - ✧ Utilización agrícola, así mismo, de compost procedente de residuos agrícolas o ganaderos, con las cautelas en el segundo caso establecidas por la normativa de aplicación, en especial la relacionada con la contaminación producida por nitratos de origen agrario.
  - ✧ Sustitución de cultivos agrícolas abandonados por cultivos energéticos para la producción de biomasa, bioaceites y bioalcoholes.
  - ✧ Potenciar la actividad de investigación y desarrollo sobre limitación y reducción de emisiones en el sector agrario.

Estas acciones producirían sustanciales efectos de limitación sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Por las razones antes mencionadas, las reducciones de CO<sub>2</sub> (labores agrarias) y CH<sub>4</sub> (origen en vertederos de residuos) no se computan bajo las actividades agrarias. Las principales incertidumbres en el sector agrario no provienen tanto de las características de las actividades del sector como de la aplicación de la Política Agraria Común (PAC), que puede modificar la intensidad de las actividades planificadas. También es cierto que el sector en su conjunto sufre periódicamente un descenso en el nivel de las actividades, debido sobre todo a los efectos acumulados de largos períodos de sequía.

## 22 RESIDUOS

Las actividades humanas de producción y consumo dan lugar a la generación de una serie de productos residuales que no se reintegran de nuevo en el ciclo de dichas actuaciones y que son destinados al abandono. Estos residuos no son asimilables dentro de los ciclos naturales o lo son a un ritmo muy inferior al que su deposición masiva y acelerada exigiría. En este sentido, los residuos urbanos si no son correctamente recogidos, tratados y eliminados generan serios e importantes problemas sanitarios de degradación y contaminación del medio, además de incidir negativamente en las expectativas vitales y de calidad de vida de los ciudadanos; por lo que se traducen en importantes costes económicos, independientemente del despilfarro que supone el abandono de los recursos contenidos en los residuos.

### 22.1 EMISIONES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Las emisiones procedentes de los residuos se originan en la descomposición bacteriana anaer-

GAS Y ACTIVIDAD	1990	1991	1993	1995	1997	1999	2001
	kt CO <sub>2</sub> eq.	Variación (%) sobre las emisiones del TOTAL					
Vertederos gestionados	4.228,0	6,65%	27,19%	50,57%	75,03%	91,92%	114,78%
Vertederos sin gestionar	1.147,9	7,21%	22,82%	26,94%	28,18%	30,90%	22,14%
Quema incontrolada	278,3	22,03%	35,57%	-54,29%	-75,17%	-79,52%	-88,68%
Incineración de residuos	972,7	-3,05%	6,73%	-54,59%	-29,38%	-41,55%	-32,79%
Agua residual industrias	494,8	1,27%	-1,54%	3,88%	10,65%	16,90%	17,30%
Agua residual residencial	2.025,8	3,28%	10,27%	16,54%	23,43%	31,36%	39,78%
Dispersión de lodos	253,9	16,03%	48,13%	59,55%	70,97%	88,26%	123,12%
TOTAL de los años 1990 y base	9.401,4	5,41%	20,19%	24,15%	39,44%	48,49%	61,11%
Dióxido de carbono	795,6	7,32%	24,69%	-73,79%	-59,43%	-69,95%	-64,83%
Metano	7.475,8	5,94%	22,27%	37,91%	55,28%	67,75%	82,76%
Óxido nítrico	1.130,0	0,61%	3,29%	2,11%	4,27%	4,43%	6,56%
Porcentaje sobre el total nacional	3,27%	3,37%	3,88%	3,65%	3,94%	3,76%	3,96%

**Tabla 28.- Evolución de las emisiones de la gestión de residuos**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

róbica de la materia orgánica de los vertederos y las aguas residuales, así como en la incineración de desperdicios no orgánicos cuando no constituya parte del esquema de obtención de energía. Al

igual que en el sector agrario, las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de residuos orgánicos no son computables a efectos del Protocolo de Kioto. Sin embargo, la parte no orgánica sí se contabiliza en las correspondientes tablas. Como en otros procesos orgánicos, las emisiones de CH<sub>4</sub> no serían computadas si se procediera a su combustión, bien como parte de un proceso de valorización energética, bien como mera eliminación de las mismas, ya que se convertirían en CO<sub>2</sub> de origen orgánico.

En la Tabla 28 (página 112) se muestra la variación de las emisiones del sector con respecto a 1990, mientras que en la Tabla 29 (página 113) figura el reparto porcentual de las actividades de-

GAS Y ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	TOTAL
Vertederos gestionados	0,00%	53,77%	0,00%	53,77%
Vertederos sin gestionar	0,00%	11,36%	0,00%	11,36%
Quema incontrolada	1,39%	0,08%	0,00%	1,47%
Incineración de residuos	2,82%	2,34%	0,97%	6,13%
Agua residual industrias	0,00%	4,31%	0,00%	4,31%
Agua residual residencial	0,00%	11,08%	8,55%	19,63%
Dispersión de lodos	0,00%	3,33%	0,00%	3,33%
TOTAL	4,21%	86,27%	9,52%	

**Tabla 29.- Reparto de emisiones de la gestión de residuos en el periodo 1990-2001**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

entro del sector como promedio del período 1990-2001.

Los vertederos, a través de fermentaciones anaerobias de la materia orgánica depositada en los mismos, constituyen la segunda fuente de emisiones de CH<sub>4</sub>, lo que supone en torno al 3% en CO<sub>2</sub> equivalente del total emitido a la atmósfera. En el período 1990-2001 las cantidades de gases de efecto invernadero generadas en vertedero, medidas en términos absolutos, han crecido un 95%. Si a esta circunstancia le añadimos el hecho de que la materia orgánica en vertederos puede presentar problemas de lixiviación y otro tipo de contaminaciones, es necesario impulsar más medidas que reduzcan radicalmente la llegada a vertederos de este tipo de residuos.

## 22.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Para lograr reducir las emisiones de esta fuente, es imprescindible que todos los vertederos cumplan las exigencias del Real Decreto 1481/2001, que transpone la Directiva 1999/31/CE. A tal efecto, para alcanzar los objetivos de reducción propuestos en el RD, es condición necesaria e indispensable que exista una correcta gestión de los residuos en su fase previa a la llegada al vertedero. Con respecto a estos puntos, son varias las normas jurídicas de aplicación en nuestro país, entre las que destacan la Ley 11/1997, de Envases y Residuos de Envases; la Ley 10/1998, de Residuos; y el Real Decreto 782/1998 por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997.

Todas estas normas, junto con las Directivas y resoluciones comunitarias de las que emanan, recogen en su contenido los principios de los Programas de Acción Ambiental de la UE y el principio de jerarquización en cuanto a las opciones de gestión: (1) prevención, (2) reutilización, (3) reciclado, (4) valorización energética, y (5) eliminación en vertedero. Los instrumentos para llevar a cabo estas buenas declaraciones de intenciones que se reflejan en toda la legislación que concierne a la gestión de residuos, y donde se fijan los objetivos a cumplir en cada periodo de vigencia, son los Planes Nacionales de Residuos. A la vista de todo lo anterior, es evidente que será necesario arbitrar medidas adicionales que permitan reducir el nivel de emisiones en la gestión de los residuos.

El objetivo general de la acción sobre los vertederos en cuanto a las emisiones de CH<sub>4</sub> debe ser reducir las notablemente, y a medio plazo eliminarlas. En particular, los objetivos a alcanzar serían los siguientes:

- Eliminación ambientalmente correcta en vertederos controlados de rechazos de aquellos residuos que, por distintas razones, no pueden ser recuperados o valorizados por otros métodos, aplicando para ello las tecnologías menos contaminantes o las mejores tecnologías disponibles.
- Eliminar el vertido incontrolado de los residuos sólidos urbanos, en aplicación de lo exigido por la nueva Directiva de vertido 1999/31/CE.
- En los casos en que ello sea técnicamente posible, adaptación de los vertederos existentes a la Directiva sobre vertido.
- Eliminación y aprovechamiento del biogás de grandes vertederos para la obtención de energía eléctrica.
- Elaboración de una norma técnica para la construcción de vertederos.

- Sellado y recuperación de todas las zonas degradadas por vertidos incontrolados.
- Inmediata transposición de las futuras Directivas europeas en materia de gestión de residuos, cumpliendo los plazos legalmente previstos.
- Favorecer la implantación de un modelo de recogida selectiva en, al menos, cuatro fracciones -materia orgánica, papel, vidrio y resto-, apoyando cuantas experiencias lo apliquen o lo mejoren como, por ejemplo, los sistemas de recogida de residuos puerta a puerta.
- El Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU) enfatiza la importancia de la reducción de residuos. Debido al gran aumento que se ha registrado, es necesario que se pongan en marcha más medidas que aborden los objetivos de reducción y que se acompañen de un presupuesto adecuado y coherente con la prioridad de la prevención.
- Los Ayuntamientos deberían adquirir mayor protagonismo en las políticas ambientales mediante la promulgación de ordenanzas fiscales y ambientales, en particular para promover modelos de tarificación de recogida y gestión de residuos que incentiven su reducción y posibiliten el pago de los costes derivados de un servicio correcto de gestión de los residuos urbanos.
- La participación ciudadana y la colaboración de los ciudadanos es condición indispensable para asegurar el éxito de los modelos de gestión de residuos. A tal efecto, es muy importante que todo Plan de gestión de residuos vaya acompañado de programas de educación ambiental que propicien la sensibilización y colaboración de los ciudadanos. Dichos programas deberían basarse en la reducción, reutilización y recogida selectiva -en este orden de importancia-, y estar dotados del presupuesto adecuado.

Las actuaciones concretas necesarias para alcanzar los objetivos están contempladas, en su mayoría, en el PNRU, y se han establecido sobre la base de la distribución espacial de los distintos municipios, su posible agrupación, la cantidad de residuos producidos y las instalaciones existentes en la actualidad, y conforme a los Planes de Residuos Urbanos elaborados por las Comunidades Autónomas.

### 22.2.1 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. En este sentido, la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, relativa al Vertido de residuos, establece la obligatoriedad de clausurar los vertederos que no reúnan las condiciones exigibles y la adopción de medidas adecuadas para evitar el abandono incontrolado de los mismos. Un vertedero incontrolado es un foco de contaminación y de riesgos sanitarios, e incluso de incendios. La necesidad de limitar este tipo de riesgos demanda actuaciones sobre aquellos vertederos que no reúnen las condiciones mínimas exigidas.

El objeto de estas actividades debe ser el evitar los efectos negativos que pueden derivarse del vertido incontrolado de residuos urbanos en vertederos que, por diversas razones, han de dejar de prestar servicio. Entre las razones que pueden motivar la clausura de un vertedero de residuos urbanos se encuentran el incumplimiento de la normativa que les es de aplicación, el agotamiento o colmatación de su capacidad de almacenamiento, o la implantación de otras opciones de gestión que los hagan innecesarios.

El objetivo perseguido con este subprograma del PNRU es el de erradicar el vertido incontrolado a final del año 2006. Las actuaciones previstas comprendían el sellado, clausura y restauración ecológica de unos 3.700 emplazamientos incontrolados, que aún estaban operativos y en servicio en 1996, así como de aquellos controlados cuya adaptación a la nueva Directiva no fuera posible. Así mismo, se restauraría el entorno y el medio natural en unos 4.000 vertederos incontrolados, ya clausurados.

Consecuentemente, se recomienda continuar reforzando las acciones en curso para asegurar que, con la mayor urgencia posible, se lleve a cabo la clausura, sellado y restauración del entorno de todos aquellos vertederos que no cumplan la legislación vigente. Se debe velar por su completa y total adaptación a la normativa, adelantando el plazo fijado para lograr este objetivo -finales de 2006- por los graves riesgos que sobre la salud y el medio ambiente pueden acarrear.

### 22.2.2 Compostaje

Los objetivos del Programa Nacional de Compostaje se resumen en:

- Tratamiento del 50% de la materia orgánica de los residuos urbanos a finales del año 2006 mediante técnicas de compostaje. Se pretende llegar al compostaje del 24,2% del total de los residuos urbanos en el 2006, ello mediante el procesado de la materia orgánica limpia, sin otros materiales e impurezas.

El 13,9% de compostaje en España en 1996 (Tabla 30, página 115) incluye una buena parte de materiales no compostables, que son de rechazo o triturados junto a la fracción orgánica compostable, lo que hace disminuir la calidad del compost. Aunque no se dispone de datos

	1996	1999	2001
Producción total de residuos urbanos (t)	17.175.186	18.376.532	19.124.750
Fracción orgánica total (t)	7.567.387	8.559.368	8.770.395
Contenido en materia orgánica	44,06%	46,58%	45,86%
Residuo urbano a planta de compostaje (t)	2.394.162	3.308.000	4.533.465
Fracción orgánica tratada en la planta (t)	1.054.868	1.617.612	2.216.864
Porcentaje compostado	13,94%	18,90%	25,28%
Compost producido (t)	358.493	439.510	491.535
Objetivo de compostaje del PNRU	N.A.	N.A.	40,00%

**Tabla 30.- Materia orgánica en residuos urbanos y objetivos ecológicos del PNRU**

(Fuente: Ministerio de Medio Ambiente)

cuantitativos comprobados, tal vez el 50% de los materiales que entran a las plantas de compostaje son rechazo o deberían serlo. Si se acepta esta cifra, el porcentaje real de compostaje en 1996 habría sido del orden del 7%.

- Apoyo a la valorización de la materia orgánica de los residuos urbanos mediante sistemas de biometanización o similares, de forma que se trate por estas técnicas al menos un 5% de la misma al final del año 2006.
- Mejora del rendimiento en la obtención del compost de las plantas existentes, adaptando las que no alcancen la calidad del compost establecida en la norma de calidad.
- 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 (MAPA).
- Promoción del uso comercial del compost que reúna las características técnicas exigidas en la Norma citada anteriormente, tanto en explotaciones públicas como privadas.

Las actuaciones previstas comprenden las siguientes medidas:

- Promulgación, en colaboración con el MAPA, de una norma de calidad técnica del compost.
- Desarrollo de campañas de información y difusión entre los usuarios potenciales del compost producido. Promoción de su utilización por Entidades y Organismos públicos.
- Realización de estudios de mercado con el fin de identificar usos potenciales del compost producido, incluida la prevención de la erosión y mejora de suelos, recuperación de espacios degradados, etc.
- Potenciación del uso del compost mediante ayudas económicas a su uso en todo el territorio nacional. Promoción del uso de compost en proyectos e iniciativas de carácter agronómico, forestal o de jardinería que lleven a cabo las Administraciones.
- Apoyo a la recogida selectiva de materia orgánica en origen, en especial la procedente de grandes consumidores.
- Apoyo a la recogida selectiva de los residuos verdes (restos vegetales y de poda, etc.).
- Apoyo a las iniciativas para la promoción del compostaje doméstico.
- 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.
- Apoyo al establecimiento de instalaciones de tratamiento que comprendan entre sus procedimientos los de biometanización.
- 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.
- Creación del Centro Nacional para el Compostaje.

De entre estas medidas, y para alcanzar los objetivos en materia de compostaje, se recomienda priorizar dos tipos de medidas: las que promuevan la recogida selectiva en origen y aquellas que fomenten un incremento de la demanda de compost en el mercado.

### 22.2.3 Medidas adicionales

Si bien el PNRU incorpora un gran número de actividades que asegurarán un correcto trata-

miento de los residuos urbanos, el destacado crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en el período 1990-2001 (más de un 61%), con un peso promedio del 4% en el inventario nacional, debe hacer que los responsables sectoriales revisen los objetivos cuantificados de recuperación de CH<sub>4</sub> en los vertederos y su valoración energética. De hecho, ésta es una actividad que permitiría, al menos teóricamente, anular sus emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero, dado que ya existen tecnologías viables y rentables, así como instrumentos jurídicos que lo requieran. Así, las posibles medidas adicionales serían:

- Profundizar en los objetivos y acelerar los plazos de implementación de los subprogramas del PNRU, sobre todo en la valorización energética y el compostaje de los residuos orgánicos, teniendo en cuenta para ello el ciclo completo.
- Priorizar las actividades que supongan una mayor reducción de gases de efecto invernadero, independientemente de que ello implique mayores emisiones en un determinado sector o actividad.

## 23 POLÍTICAS SECTORIALES PARA AUMENTAR LOS SUMIDEROS

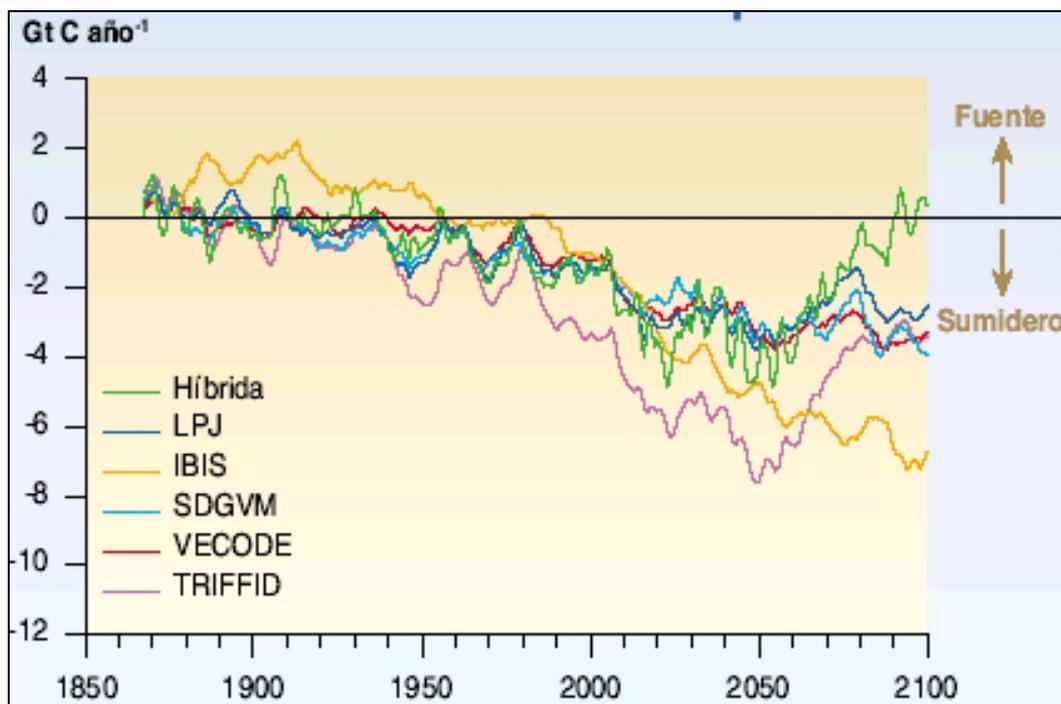
El carácter mediterráneo de la mayor parte de la superficie de España hace que nuestros ecosistemas posean una gran fragilidad. Además, a lo largo de nuestra historia la presencia del hombre y sus actividades han originado una profunda modificación en los ecosistemas naturales; aunque éstos resultan imprescindibles como hábitat de la vida silvestre, para la regulación de las aguas, la conservación del suelo y de la atmósfera, y el suministro de bienes a la sociedad en general.

Además, la intensificación de la actividad agrícola que ha tenido lugar en los últimos decenios se ha realizado, en algunos casos, de forma poco respetuosa con la conservación del medio, con la consecuencia de reducirse la capacidad de recuperación natural. En el caso de los bosques, y dado que éstos reaccionan lentamente frente a un cambio climático debido a la propia estabilidad del ecosistema forestal, las revisiones de los planes de repoblación forestal deberían venir motivadas no tanto por la conveniencia de crear microclimas más húmedos, aspecto éste muy importante para la conservación y evolución de la vida animal y vegetal; sino por la necesidad de reducir y limitar los efectos de la erosión del suelo y de la desertización, y de aumentar la cantidad y calidad de los sumideros. Sin embargo, también debe considerarse que las características del programa de forestación, y sobre todo, los posteriores tratamientos silvícolas que en él se enuncian, benefician tanto la calidad del suelo como la regulación natural de los recursos hídricos. De este modo, las políticas sectoriales de reforestación deben basarse en estudios y en el análisis de estos efectos, así como en la continuidad de los planes complementarios o de acompañamiento de las masas forestales.

En términos de cambio climático, un sumidero es el mecanismo que fija un gas de efecto invernadero, hasta ese momento libre en la atmósfera. Un reservorio de carbono cualquiera dará lugar a un sumidero de carbono atmosférico si, durante un intervalo de tiempo, es mayor la cantidad de carbono que afluye a él que la que sale. La vegetación desempeña un papel fundamental en el ciclo del carbono, ya que actúa como sumidero por su función vital principal, la fotosíntesis (proceso por el que los vegetales captan CO<sub>2</sub> de la atmósfera o disuelto en agua y con la ayuda de la luz solar lo utilizan en la elaboración de moléculas sencillas de azúcares). No obstante también las plantas liberan CO<sub>2</sub> a través de mecanismos como la respiración u otros procesos naturales como la descomposición de materia orgánica.

La absorción de carbono por los sumideros no es equivalente a la reducción de emisiones. Ello por dos razones básicas: en primer lugar, por cuanto ni son medidas de la misma naturaleza ni pretenden el mismo objetivo en sí mismas, aunque ambas contribuyen al objetivo último de la Convención; en segundo lugar, por cuanto la instrumentación de estas medidas comporta dificultades muy diferentes. Así, mientras que en el caso de la reducción de emisiones las incertidumbres de contabilidad pueden subsanarse con mejores metodologías y sistemas de información y seguimiento, en el caso de las incertidumbres de sumideros tienen una complejidad y escala diferente en aspectos tales como incertidumbres relativas al impacto del cambio climático en los propios sumideros e interrogantes en materia de reversibilidad y no permanencia. Precisamente por las incertidumbres existentes en materia de sumideros es por lo que el Protocolo de Kioto y sus reglas de aplicación incorporan en sus disposiciones un importante régimen de garantías para la aplicación y contabilización de la absorción de carbono por los sumideros.

A escala global, la biosfera terrestre se estima que fija cerca de 2 Gt de C anuales (Ilustración 26, página 117), valor resultante de la pequeña diferencia entre la absorción fotosintética de CO<sub>2</sub> y las pérdidas por respiración, descomposición de la materia orgánica y perturbaciones de diferente



**Ilustración 26.- Estimaciones sobre la absorción global de C por la biosfera**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

naturaleza. Se denomina producción neta de biomasa (PNB), y es la cantidad que puede considerarse queda secuestrada en el medio terrestre, en contraste con la producción primaria bruta (PPB) o fijación total de C a la que hay que descontar las emisiones derivadas de los procesos de respiración, descomposición y perturbaciones (fuegos, etc.), estimada en 120 Gt anuales.

Gracias a la absorción de carbono por parte de las formaciones vegetales, la cantidad de este compuesto en la atmósfera disminuye sensiblemente, lo que contribuye a la mitigación del principal efecto del cambio climático: el aumento de la temperatura global media. Sin embargo, las características específicas a escala regional en la Península Ibérica del cambio climático previsto, que incluyen una tendencia a un aumento de temperatura -en particular en verano- acompañado por una reducción de precipitaciones en esta estación, pueden limitar esta función de fijación de carbono de las formaciones vegetales. El impacto del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres, y en particular los bosques, tiene consecuencias que no siempre son fáciles de precisar en términos concretos, aunque puedan inferirse tendencias generales, tales como las que se detallan en el apartado 26.1 (página 126).

### 23.1 SUMIDEROS EN EL MARCO DEL PROTOCOLO DE KIOTO

En el marco del Protocolo de Kioto, las actividades relacionadas con la gestión del territorio -usos del suelo-, los cambios en el uso del suelo, y la silvicultura son consideradas como posibles vías para incrementar los sumideros de carbono en un sentido genérico. Por tanto su adecuada gestión supone una herramienta que puede revelarse importante a la hora de cumplimentar los compromisos de reducción establecidos para cada Parte por el Protocolo de Kioto.

Las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF) que se pueden contabilizar como sumideros vienen determinadas por los párrafos 3 y 4 del Artículo 3 del Protocolo de Kioto.

#### 23.1.1 Artículo 3.3

Las actividades LULUCF del Artículo 3.3 están restringidas a la forestación y la reforestación, que se contabilizan como absorciones, es decir, suman créditos de emisión a la cantidad asignada; y deforestación, la cual es contabilizada como emisión, y por tanto descuenta créditos.

Estas actividades son tenidas en cuenta siempre que sean directamente inducidas por el hombre, hayan comenzado a ejecutarse después del 31 de diciembre de 1989 y antes del 31 de diciembre del último año del periodo de compromiso en que se contabiliza la actividad, y no sean actividades habituales (que se hubieran realizado igualmente en ausencia del Protocolo). Asimismo se

debe diferenciar de un modo claro la deforestación como proceso destructivo, del aprovechamiento o la perturbación del bosque que va seguida del establecimiento de un nuevo sistema forestal.

### 23.1.2 Artículo 3.4

El Artículo 3.4 se refiere a actividades adicionales a las anteriores que también se pueden contabilizar. Se consideran como tales las siguientes: gestión de bosques, de tierras agrícolas, de pastizales, y el restablecimiento de la vegetación. Se ha de elegir al principio del periodo de compromiso si se contabilizará alguna o todas de estas actividades adicionales, esta decisión será inalterable durante la totalidad de dicho periodo. Al igual que en el caso anterior las actividades elegidas han de ocurrir con posterioridad a 1989 y ser producto de la acción humana. Es importante evitar la doble contabilidad: las emisiones o absorciones por sumideros atribuidas bajo el artículo 3.3 no deben ser de nuevo contabilizadas bajo este artículo (por ejemplo, en el caso de la gestión de bosques).

La gestión de tierras agrícolas, de pastizales y el restablecimiento de la vegetación se computan 'neto-neto', es decir, a las emisiones o absorciones netas del periodo de compromiso se les resta las emisiones o absorciones netas del año base multiplicadas por cinco. En el caso de la gestión de bosques, la cantidad total está limitada por un valor preestablecido, que para España ha quedado fijado en 0,67 Mt de C/año. Conforme a los datos de la Tercera Comunicación Nacional, el potencial máximo de reducción en el caso español se sitúa en torno al 4,2% de las emisiones del año base, incluyendo los sumideros en el CDM.

### 23.1.3 Créditos asociados

Cuando una de las actividades antes comentadas resulta ser un sumidero neto (las absorciones de carbono producidas por la actividad son mayores que sus emisiones), su contribución al cumplimiento de los compromisos establecidos por el Protocolo de Kioto será positiva, por lo tanto, los créditos generados por dichas actividades (RMU: unidades de absorción) serán añadidas a la cantidad asignada por los párrafos 7 y 8 del Artículo 3 del Protocolo. Por el contrario, si el resultado de la actividad resulta ser una fuente de Carbono (se emite más que se captura), la cantidad emitida ha de ser restada de dicha cantidad asignada.

No obstante la mera presencia de carbono almacenado se excluye de la contabilidad de los sumideros bajo los artículos 3.3 y 3.4. La ejecución de actividades de este tipo debe por último contribuir a la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de los recursos naturales.

El principal problema que presentan los créditos asociados a estas actividades es su temporalidad y posible desaparición (reversibilidad del beneficio obtenido). En el caso de que se revierta una absorción debida a actividades de cambio de uso debe de ser contabilizada en su momento como débito. Asimismo la contabilidad excluirá las absorciones derivadas de:

- el aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub> por encima del nivel preindustrial,
- la deposición indirecta de nitrógeno,
- los efectos dinámicos producidos en la estructura y edad de la vegetación, derivados de actividades y prácticas anteriores al año de referencia.

La contabilidad de las emisiones o absorciones producidas por estas actividades comienza al inicio de la actividad o al comienzo del periodo de compromiso, si este último es posterior. Una vez que un área es seleccionada para que las emisiones o absorciones derivadas de los sumideros que contiene sean contabilizadas durante un periodo de compromiso, las absorciones o emisiones de los sumideros de esa tierra se contabilizan en los periodos de compromiso siguientes. Cada Parte que realice este tipo de actividades debe contabilizar todas las variaciones habidas en los siguientes reservorios de carbono: biomasa sobre el suelo, biomasa bajo el suelo, detritos, madera muerta y carbono orgánico del suelo, a no ser que pueda demostrar que el reservorio no es una fuente.

Para garantizar la integridad ambiental deberá demostrarse que ha habido un incremento de la capacidad de absorción total de nuestras masas forestales. De acuerdo con los sistemas de control establecidos por el Protocolo de Kioto, se debe garantizar que cualquier reemisión a la atmósfera de carbono absorbido tendrá que ser compensada.

### 23.1.4 Estadísticas nacionales

Por todo ello es fundamental conocer exactamente los valores de referencia en cuanto al carbono fijado en el territorio español en 1990, y las variaciones del mismo desde entonces, separando claramente las debidas a la dinámica propia de la vegetación y las claramente inducidas por el hombre, que son a la postre las contabilizables como sumideros de carbono. El instrumento disponible a nivel nacional para el cálculo de las reducciones contabilizables es el Inventario Forestal Nacional en el caso de las actividades forestales, que en su segunda fase (1986-1995) y en la actual tercera (1996 en adelante) ofrecen los datos necesarios de crecimiento en superficie y biomasa forestal española, pudiendo discernirse con bastante precisión las causas de estas variaciones.

Con objeto de incrementar el grado de homogeneidad y comparabilidad a nivel internacional el

IPCC está elaborando:

- Una guía de buenas prácticas específica para estimar, medir, seguir e informar sobre los cambios en el Carbono almacenado, y en las emisiones por fuentes y absorciones por sumideros resultantes de actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, sobre la base de las directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero. Esta incluirá, así mismo, recomendaciones de buenas prácticas para las actividades LULUCF que se contemplan en el Protocolo de Kioto.
- Definiciones normalizadas de conceptos como degradación de los bosques y eliminación de la vegetación como consecuencia de actividades humanas directas y opciones metodológicas para la elaboración de inventarios e informes sobre las emisiones resultantes de estas actividades.
- Metodologías viables para diferenciar las variaciones del carbono almacenado y las emisiones por fuentes y absorción por sumideros debidas directamente a las acciones humanas de aquellas variaciones inducidas indirectamente por la actividad humana, por efectos naturales y por las consecuencias de prácticas forestales aplicadas en el pasado.

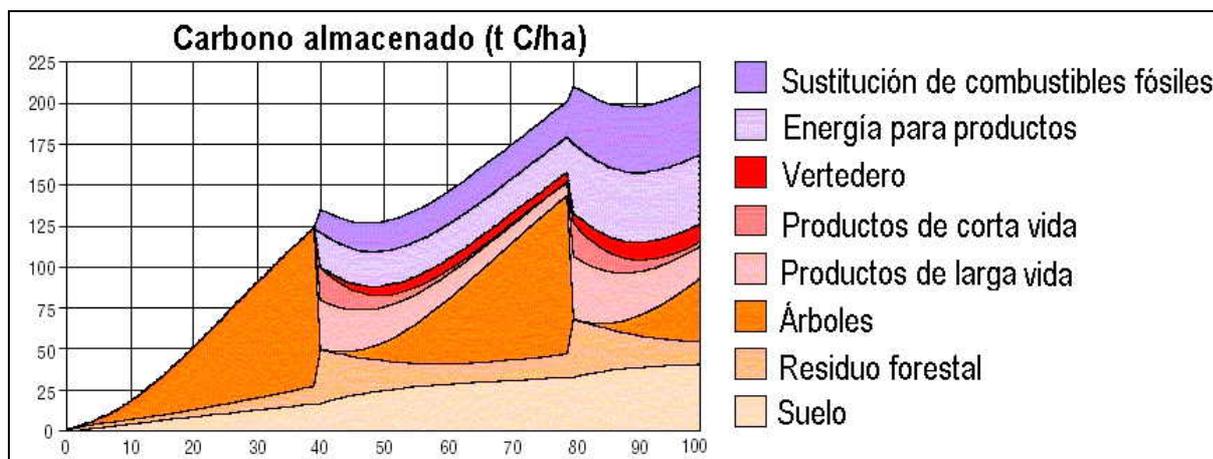
## 23.2 OBJETIVOS

Sin menoscabo del máximo respeto a los principios y objetivos que inspiran la política forestal española, basados en la gestión forestal sostenible y multifuncional, el principal objetivo de las políticas sectoriales en este campo es el aumento de la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera por las formaciones vegetales. Otros objetivos prioritarios, que deben ser compatibles con estas medidas son:

- Mantener la biodiversidad biológica de las formaciones vegetales.
- Aplicar a cualquier acción los principios de multifuncionalidad y desarrollo sostenible.
- Crear bosques con funciones predominantemente protectoras, dadas las características y la vulnerabilidad de los ecosistemas mediterráneos ante la desertificación y los incendios forestales.
- Combatir la desertificación.
- Incrementar la superficie total de áreas boscosas a través de reforestación y forestación. Asimismo se debe buscar con estas acciones:
  - Proceder a una gestión sostenible de los ecosistemas forestales existentes.
  - Promover la regeneración natural en tierras no forestadas con suficiente potencial productivo en términos de biomasa.
  - Aumentar la utilización de biomasa (biofueles) como sustitutivo de los combustibles fósiles, con lo que se consigue la reducción de emisiones en otros campos.
  - Conservar y mejorar las tierras abandonadas y áreas de bosques degradadas mediante la aplicación de métodos apropiados de restauración hidrológico-forestal.
  - Proteger las masas forestales contra incendios, plagas y enfermedades.
  - Prevenir la degradación de suelos forestales.
  - Proceder a una gestión sostenida de las masas de manera que se consiga la densidad óptima para cada formación forestal.
  - Potenciar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejorando así la calidad del biotopo.
  - Preservar y mejorar en lo posible el nivel de la capa freática.
  - Orientar el turno de corta de las masas sometidas a explotación maderera hacia una gestión sostenible en el tiempo.
  - Orientar las prácticas selvícolas para la consecución de masas dinámicamente estables.
  - Reducir las pérdidas de producción (biodiversidad, biomasa, maderera, frutícola, etc.) inducidas por causas climáticas.
  - Disminuir la contaminación que pueden causar estas actividades por tratamientos contra plagas, fertilizantes, etc.
  - Reorientar la gestión y producción readaptándolas a las posibles nuevas condiciones climáticas.

### 23.3 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

El Plan Forestal Español (PFE), aprobado el día 4 de julio de 2002 por el Consejo de Ministros,



**Ilustración 27.- Evolución temporal de la absorción de C por un bosque**

(Fuente: Tercer Informe de Evaluación del IPCC)

es una de las principales herramientas para conseguir todos los objetivos citados anteriormente. Este Plan, con una vigencia de 30 años, contempla un potencial de actuación que podría conllevar la retirada de la atmósfera de 60 Mt de C, incrementando la superficie forestal en casi cuatro millones de hectáreas, duplicando el número de árboles por habitante, y actuando sobre 1,344 millones de hectáreas de bosques ya establecidos, todo ello bajo los principios de desarrollo sostenible de los sistemas vegetales, a la vez que se promueve una fuente de empleo y riqueza que permita el mantenimiento e incremento de población en las áreas rurales. Para esto, el PFE cuenta con un presupuesto de 2.200 millones de euros. En la Ilustración 27 (página 120) se puede observar claramente cómo evoluciona la absorción de C por un ecosistema forestal sostenible, es decir, replantando los árboles que son talados cuando finaliza su ciclo de vida.

Entre las medidas para aumentar la cantidad y calidad de los sumideros de Carbono en el territorio español destacan las siguientes:

- Aumento de la superficie forestal mediante acciones de forestación y reforestación en tierras agrícolas, abandonadas o degradadas.
- Promoción de la expansión y gestión de los bosques con el objetivo de adaptar las formaciones boscosas al cambio climático previsto.
- Restauración de la cubierta vegetal mediante acciones selvícolas adecuadas.
- Identificación de las causas de incendios más frecuentes.
- Establecimiento de acciones preventivas para evitar los incendios forestales, centradas en la silvicultura.
- Mantenimiento y mejora del actual nivel de eficiencia en extinción de incendios forestales.
- Mejora de los conocimientos y la información del estado sanitario de los bosques.
- Seguimiento y control de la acción y los efectos de los diferentes agentes dañinos que actúan sobre los bosques españoles (factores bióticos, abióticos, contaminantes y factores climáticos).
- Prevención y control de enfermedades y plagas mediante acciones silviculturales (específicamente orientadas a mejorar el estado de salud de los bosques).
- Tratamientos y acciones específicas de control biológico de las plagas y enfermedades con bajo impacto en el medio ambiente.
- Mejorar el conocimiento sobre el alcance y severidad de los procesos erosivos en los suelos españoles.
- Establecimiento de instrumentos de información y seguimiento del estado de erosión del suelo actualizado periódicamente.
- Protección y recuperación de bosques y tierras agrícolas afectados por la expansión de la desertificación regulando el régimen hídrico y protegiendo el suelo de los procesos erosivos en el marco de la restauración de los ecosistemas y áreas degradadas.
- Restauración de las zonas afectadas por incendios, contaminación, actividades agrícolas, mineras, industriales, extractivas o dañadas seriamente por factores bióticos o abióticos.
- Apoyo, mejora y actualización permanente de la información y las estadísticas existentes me-

diante el inventario forestal, el mapa forestal de España, la estadística de incendios forestales, el informe de las redes europeas de daños en bosques, y la ampliación de nuevas estadísticas tales como el inventario nacional de erosión de suelos y el anuario de inversiones forestales.

- Desarrollo y diseño de un sistema de información agroclimática ágil y eficaz para su aplicación en la planificación de las actividades y seguimiento durante el periodo vegetativo.
- Elaboración de guías de información climática y técnicas prácticas para la aplicación de los conocimientos climáticos a las diversas formaciones vegetales.
- Desarrollo de modelos agroclimáticos regionales para el cálculo –basándose en datos climáticos- de evolución de formaciones vegetales, previsiones de aprovechamientos, etc.
- Profundización en el estudio de las consecuencias de los fenómenos climáticos adversos en el desarrollo de los cultivos y desarrollo de modelos estadístico-empíricos.
- Realización de experimentos y estudios fenológicos que conduzcan a la elaboración de mapas para distintas especies de la flora y fauna españolas, estableciendo tipos de formaciones vegetales o explotaciones compatibles con las zonas climáticas teniendo en cuenta los tipos de climas y suelos.
- Promoción de 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).



## Capítulo 6.- Conocer y minimizar los efectos del cambio climático

### *Utilización de los conocimientos climáticos para mejorar la gestión ambiental y mitigar los impactos negativos*

Uno de los objetivos fundamentales de los avances que se logren en el conocimiento del clima y de su cambio durante el Siglo XXI es utilizar dicho conocimiento para evaluar los efectos del cambio climático, prevenirlos y mitigar los impactos negativos, en aras de un mayor bienestar social. Este concepto debe traducirse en la realización de actuaciones desde una doble vertiente: por una parte, la aplicación directa de los conocimientos científicos a todos los sectores susceptibles de ser afectados; y, por otra, la prevención del riesgo de fenómenos climáticos extremos y sus efectos.

El problema que el cambio climático puede plantear a ciertas actividades añade un enorme valor económico al conocimiento del clima y, sobre todo, a las aplicaciones climatológicas. Para definir la Estrategia y adoptar las medidas adecuadas antes de tener la certeza de los efectos que el cambio climático producirá, se debe disponer de un conocimiento de las aplicaciones climatológicas y de los potenciales impactos, con el objeto de conocer en qué dirección deben dirigirse y cómo deben adoptarse las posibles medidas de respuesta. Además, el conocimiento del clima pasado, presente y futuro permite el diseño y aplicación de medidas, tanto estructurales como no estructurales, frente a los desastres naturales relacionados con el clima y sus cambios.

No obstante, también conviene destacar que, aunque siempre existirán incertidumbres, en mayor o menor grado, sobre la cuantificación de los potenciales impactos que el cambio climático puede producir en los diferentes ecosistemas naturales y humanos, la mejor política de lucha contra los efectos del cambio climático debe basarse en el principio de precaución, es decir en tomar medidas anticipadas, como parte de un proceso escalonado de toma de decisiones, dentro de un contexto de incertidumbre y riesgo. Esta afirmación está asumida a nivel mundial y ampliamente justificada si se tiene en cuenta la inercia, los retrasos en las respuestas y la irreversibilidad del sistema climático. En este sentido, la información disponible actualmente es suficiente para acometer actuaciones, tanto en materia de reducción de emisiones como sobre el impacto del cambio climático en proyectos en desarrollo o previstos. En concreto, las actuaciones para minimizar los efectos del cambio climático deberían llevar a la articulación de Planes de Adaptación.

## **24 ÁREAS DE ACTIVIDAD**

Por todo ello, en esta primera sección se plantea, de forma general los objetivos, justificación y líneas de acción generales a realizar dentro de las áreas de actividad relacionadas con la aplicación de los conocimientos del clima, y con la sensibilidad, la vulnerabilidad, la evaluación de los impactos y las medidas de adaptación. En las siguientes secciones se hace una aplicación específica para los sistemas naturales y los diferentes sistemas sociales y económicos. Así mismo, en el último apartado se hace mención explícita a la prevención contra los desastres naturales.

### **24.1 APLICACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS DEL CLIMA**

En el área de las aplicaciones climatológicas es importante determinar cuáles son las necesidades de datos de los diversos sectores y usuarios, y estudiar la forma de hacer que la información climática sea de fácil acceso para los planificadores que la necesiten. Podría decirse que uno de los principales objetivos de esta Estrategia es el promover entre los usuarios una mayor utilización de los datos y conocimientos climáticos, con el fin de que cada sector económico cuya actividad está influenciada por el clima cuente con la información precisa y específica que necesita a la hora de tomar decisiones, no sólo del clima actual, sino de su evolución futura.

Como es obvio, la información climática es básica para una agricultura más productiva, la gestión del agua, el diseño de infraestructuras más fiables, la construcción de edificios más económicos, la mitigación de los efectos de fenómenos climáticos extremos, la potenciación de las energías alternativas y renovables, el aprovechamiento turístico, la lucha contra la propagación de plagas y el desarrollo de algunas enfermedades, y, en consecuencia, la mejora de las condiciones económicas y sociales de cualquier país. A estos aspectos habría que añadir el relativo a los servicios financieros para el adecuado amparo a la pérdida de vidas humanas o bienes materiales debido a fenómenos climáticos extremos, a través del sector de los seguros, actividad ésta con una fuerte com-

ponente económica y que puede ser una de las más afectadas por los posibles cambios climáticos.

Por otra parte, es preciso dar un paso más y desarrollar estudios interdisciplinarios a fin de determinar la relación entre el desarrollo y rendimiento de una actividad y las variables climáticas para mejorar la gestión del recurso determinando las condiciones óptimas para la actividad. A medida que la planificación se hace basándose en una información mejor y más abundante, y que los efectos de las decisiones que se toman involucran un mayor número de factores, es más necesario disponer de modelos que ligen unas variables con otras y permitan predecir el comportamiento de sistemas complejos y así reducir los riesgos de las decisiones críticas.

No cabe duda que la extensión a España de técnicas, procedimientos, herramientas, etc., conocidas como aplicaciones climatológicas, desarrollados en otros países con, generalmente, unas condiciones climáticas diferentes, es una actividad necesaria y que procurará una sustancial mejora de la gestión de los recursos. Sin embargo, la transferencia de los métodos debe realizarse tras una evaluación crítica de su aplicabilidad en unas condiciones climáticas como las españolas.

En conclusión, las líneas de acción comunes a todos los sectores se podrían resumir en tres:

- Determinar las variables o índices climáticos que mejor se ajustan a cada sector, evaluando la viabilidad de facilitar esa información y considerando el diseño de redes de observación en las diferentes componentes (atmósfera, océano, biosfera, etc.) del sistema del clima, con particular atención a las menos desarrolladas.
- Desarrollar modelos que relacionen las variables climáticas con los índices o variables sectoriales cuya evolución sea conveniente conocer.
- Elaborar guías, métodos y técnicas prácticas para la aplicación de los conocimientos climáticos.

Si bien los conocimientos climáticos pueden aplicarse a prácticamente todas las actividades humanas, en los apartados siguientes se considerarán los sectores en los que la aplicación de este conocimiento tiene una mayor incidencia económica y social, además de permitir, en mayor o menor medida, una respuesta adecuada frente a la amenaza del cambio climático.

## **24.2 SENSIBILIDAD Y VULNERABILIDAD: EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**

La vulnerabilidad se define como el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático. La vulnerabilidad está en función de la sensibilidad de un sistema a los cambios del clima (el grado en que un sistema responderá a determinado cambio del clima, incluidos los efectos beneficiosos y perjudiciales), y de su capacidad para adaptar el sistema a dichos cambios (el grado en que los ajustes introducidos en las prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o contrarrestar los posibles daños o beneficiarse de las oportunidades creadas, por efecto de determinado cambio del clima). En este contexto, un sistema muy vulnerable sería aquel que fuera muy sensible a pequeños cambios del clima, incluyéndose en el concepto de sensibilidad la posibilidad de sufrir efectos muy perjudiciales, o aquel cuya capacidad de adaptación se hallara seriamente limitada.

Los estudios de vulnerabilidad y de evaluación de los impactos climáticos es una tarea que atañe a un fenómeno que afecta a todos los países. Por lo tanto, es deseable que estos estudios se realicen mediante métodos uniformes y procedimientos consistentes. Para los planificadores sectoriales tiene mucha importancia que las evaluaciones sean comparables, de forma que se puedan tomar decisiones equiparables a nivel mundial, regional o nacional. Debe asegurarse que, al menos, las hipótesis básicas sean uniformes y que los métodos y herramientas se usen correctamente.

Tal como aconseja el IPCC, los estudios de evaluación de impactos climáticos y de las estrategias de adaptación deberían llevarse a cabo mediante un proceso con siete fases de análisis. Las cinco primeras son comunes a todos los estudios, mientras que las dos últimas sólo se incluirían en estudios muy específicos. Las siete fases son correlativas, aunque el marco general del proceso permite la redefinición y repetición de algún paso. El procedimiento incluye los siguientes pasos:

- Definición de la naturaleza del problema: objetivos de la evaluación, unidad o sector de actividad del estudio, área geográfica, horizonte temporal, requerimientos de datos, etc.
- Selección del método de estudio: experimentación, predicción de impactos -modelos biofísicos, económicos o sistemas integrados-, estudios empíricos de analogías, etc.
- Prueba del método seleccionado: estudios de viabilidad, compilación de los datos y validación del modelo.
- Selección de los escenarios: establecimiento de la situación actual -climática, medioambiental y socioeconómica-, proyecciones temporales -predictabilidad, compatibilidad de las proyecciones, evaluación en un instante o continua-, proyecciones en ausencia del cambio climático y escenarios climáticos.
- Evaluación de impactos: descripción cualitativa, indicadores del cambio, cumplimiento de es-

tándares, relaciones beneficio-coste, análisis geográfico e incertidumbres.

- Evaluación de ajustes autónomos y de estrategias de adaptación: mitigación y adaptación a los efectos, evaluación y desarrollo de la estrategia de adaptación.

En todos los casos debe considerarse la posibilidad de que un impacto directo del cambio climático lleve asociado múltiples efectos indirectos. Una alteración del régimen de precipitaciones, bien en intensidad o en distribución geográfica, provocaría una reasignación de los recursos hídricos, y ésta puede ser la causa de efectos colaterales en los sectores agrícola o industrial, e incluso urbanístico.

Las actividades comunes a todos los campos de aplicación de los estudios de vulnerabilidad y del cálculo de impacto del cambio climático se pueden resumir en:

- Desarrollar métodos para el cálculo de la sensibilidad (la capacidad de respuesta natural) de los sectores a la variación de las condiciones climáticas.
- Calcular la vulnerabilidad (valoración de las repercusiones) de cada sector y actividad a la variación prevista del clima.
- Desarrollar métodos para el cálculo de los impactos, tanto directos como indirectos.
- Elaborar un catálogo de medidas de adaptación a las condiciones climáticas futuras, evaluando los costes y beneficios de éstas y destacando claramente las que en cualquier caso son beneficiosas.

Es importante señalar que en todos los estudios de vulnerabilidad, impactos y medidas de adaptación que se realicen, además de estudiar los aspectos científicos y técnicos, se deberá prestar especial atención al estudio de los aspectos socioeconómicos, incluyendo los asuntos relativos a la evolución y previsión del empleo.

Al igual que en el caso de las aplicaciones climatológicas, en los apartados que se presentan a continuación se considerarán los sistemas y sectores de mayor incidencia económica y social, para los que los estudios de vulnerabilidad y cálculo de impactos son esenciales para conocer la amenaza, que para ellos representa el cambio climático, y para poder identificar una serie de posibles medidas de adaptación, cuya implantación progresiva permita minimizar los efectos negativos que dicho cambio pueda producir.

Por otra parte, debe subrayarse que para conocer los posibles efectos adversos motivados por el fenómeno del cambio climático que se describen en los siguientes apartados, será necesario realizar estudios de vulnerabilidad y cálculo de impactos basados en escenarios climáticos cuya probabilidad, intensidad y escala requiere ser contrastada con los climas presente y pasados.

A tal efecto, los estudios de vulnerabilidad y del cálculo de impactos más urgente para España, y que por consiguiente reclaman una actuación prioritaria, son los de los casos en los que las medidas de respuesta son críticas con las condiciones climáticas previstas y necesarias con las condiciones actuales, y además para los cuales las estrategias de adaptación son limitadas, como por ejemplo los ecosistemas naturales no gestionados. Otro ejemplo de esto lo constituyen los procesos de erosión ya presentes en muchas zonas de España.

## 25 SISTEMAS NATURALES

Los ecosistemas naturales tienen una importancia fundamental para la función del medio ambiente y para la sostenibilidad, y proporcionan muchos bienes y servicios cruciales para los individuos y las sociedades. Los cambios del clima pueden afectar a la ubicación geográfica de los sistemas ecológicos, a la mixtura de especies que éstos contienen y a su capacidad para aportar toda una diversidad de beneficios que permiten a las sociedades seguir existiendo. Los sistemas ecológicos son intrínsecamente dinámicos, y están constantemente influenciados por la variabilidad del clima.

La principal influencia del cambio climático antropogénico sobre los ecosistemas se derivará, previsiblemente, de la rapidez y magnitud con que cambien los valores medios y extremos —ya que se espera que el cambio climático sea más rápido que el proceso de adaptación y reasentamiento de los ecosistemas— y de los efectos directos de una mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Los efectos secundarios del cambio climático consistirían en cambios de las características de los suelos y de los regímenes de perturbación (por ejemplo, incendios, plagas o enfermedades), que favorecerían a algunas especies más que a otras alterando, por consiguiente, la composición de los ecosistemas. En este contexto cabría esperar importantes desplazamientos de las fronteras de vegetación, con potenciales cambios de la variedad de especies de que se componen ciertas clases vegetales.

En España los sistemas naturales son, en general, particularmente sensibles al cambio climático debido a su grado de fragmentación, alteración y confinamiento a suelos pobres. La supervivencia de algunas especies y tipos de bosque podría verse amenazada por una disminución de la precipitación y por el consiguiente agravamiento de la escasez de agua. La vegetación mediterránea

podría desplazarse en respuesta a un cambio en el volumen y distribución estacional de las precipitaciones. La supervivencia de algunas especies y tipos de bosque podría verse amenazada si, como indican algunas proyecciones, el desplazamiento de las zonas climáticas es más rápido que la migración de aquéllas. Los ecosistemas y especies de gran altura son especialmente vulnerables, ya que no tienen a dónde migrar.

En los ecosistemas acuáticos de tierra adentro, el cambio climático influirá alterando la temperatura del agua, el régimen de flujo y el nivel del agua, y desheliendo las masas de hielo en las zonas altas. El aumento de la variabilidad de los cursos de agua, particularmente en términos de frecuencia y duración de las grandes crecidas y sequías, tendería a aminorar la calidad del agua, la productividad biológica y los hábitats fluviales. Aunque la diversidad de especies de agua dulce podría aumentar en un clima más cálido, los ecosistemas de la zona mediterránea se verán amenazados por una disminución de la precipitación y por el consiguiente agravamiento de la escasez de agua. La distribución geográfica de los humedales también podría experimentar desplazamientos, debido a los cambios de temperatura y de precipitación. Algunos ecosistemas costeros (marismas, humedales costeros, deltas fluviales, etc.) están especialmente amenazados por el cambio climático y por otros factores de desgaste. En esos ecosistemas, los cambios podrían tener importantes efectos negativos sobre el abastecimiento de agua dulce, las pesquerías, la diversidad biológica y el turismo.

## 25.1 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

En consecuencia, las principales líneas de acción deben estar orientadas a:

- Realizar una valoración de la sensibilidad y vulnerabilidad de los ecosistemas naturales al clima y cambio climático, tanto en el mantenimiento de su estructura como de su funcionamiento.
- Elaboración de mapas de vulnerabilidad de los distintos tipos de ecosistemas naturales de España en función de los diferentes escenarios y sensibilidades.
- Realización de estudios relacionados con la conservación de la biodiversidad frente al cambio climático, tales como: cuantificación de los posibles impactos del cambio climático sobre la distribución de la flora y fauna, así como de los posibles mecanismos que incidan sobre su posible adaptabilidad-sensibilidad al cambio climático. Se deberá prestar una especial atención a determinar el posible impacto sobre las especies en función de su diferente grado de rareza, con énfasis en aquellas especies raras, endémicas o en peligro de extinción. Valoración de los esfuerzos de conservación, en particular la red de espacios protegidos, ante los diferentes escenarios de cambio climático.
- Estudiar la vulnerabilidad de las redes de reservas naturales y espacios protegidos ante el cambio climático, con especial atención a la conservación de zonas húmedas y a las nuevas exigencias que puedan requerir el mantenimiento de la biodiversidad y la conectividad entre hábitat.

Respecto a las opciones de adaptación existentes para los sistemas naturales, se puede decir que son limitadas, y su efectividad es incierta. Algunas de ellas podrían ser el establecimiento de pasillos que ayuden a la migración de los ecosistemas, la gestión de la utilización de las tierras, la repoblación vegetal, y la restauración de áreas degradadas.

## 26 SISTEMAS SOCIALES Y ECONÓMICOS

### 26.1 FORESTAL Y USO DEL SUELO

El ecosistema forestal y el uso del suelo es un elemento clave en el ciclo del C, tanto como sumidero como potencial fuente. La distribución geográfica de las especies forestales está limitada por la disponibilidad de agua y las temperaturas. Dado que el período de rotación forestal es largo, los bosques actuales madurarán y vivirán su decadencia en presencia de un clima al que tendrán un grado de adaptación cada vez menor. Se estima que un aumento de la temperatura de 1 °C es suficiente para alterar el crecimiento y la capacidad de regeneración de multitud de especies, y por tanto del ecosistema forestal. Por otra parte, las pérdidas debidas a incendios serán cada vez más amplias y las condiciones climáticas que rigen la distribución de las especies harán que éstas se desplacen hacia los polos y hacia altitudes más elevadas.

Según se cita en la Tercera Comunicación Nacional de España a la CMCC, 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; mortandades anormales en las poblaciones de especies, tales como la encina; etc.
- 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 a desplazar a otras especies.

- Se han observado cambios en el comportamiento de algunas plagas y enfermedades, que han pasado de tener poblaciones con niveles de equilibrio o bajos (no letales) a causar daños de cierta envergadura.
- Existen alteraciones en los comportamientos fenológicos poco usuales, por ejemplo: elongación de los periodos vegetativos en algunas especies, o brotaciones extemporáneas.
- Los problemas derivados del aumento de la desertización 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. O bien, en el caso de áreas de vegetación con especies relícticas, al desaparecer éstas 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 un mayor mortandad, o por 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.

Es factible que estos efectos 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.

Por otra parte, es importante señalar que los cambios en los usos del suelo son uno de los instrumentos para mitigar el cambio climático mediante el secuestro de carbono atmosférico. Actualmente la adquisición de información sobre este punto es uno de los requerimientos concretos de información para poder cumplir con los nuevos mandatos de información bajo la CMCC y el Protocolo de Kioto. Por tanto, es necesario y urgente desarrollar herramientas, basadas en conocimientos científicos que reflejen nuestras peculiaridades, para ser capaces de valorar adecuadamente la productividad de nuestros ecosistemas, así como de incrementarla de forma sostenible (ello incluye tanto los montes como otros ecosistemas vegetales). Los proyectos de forestación y la aplicación de una selvicultura enfocada a estos objetivos son los instrumentos a aplicar en esta línea. Estas actividades deben tomar en consideración los aspectos de prevención de incendios, así como la conservación y mejora de la biodiversidad, de manera que se aborde de una forma integrada y armónica la mejora de los ecosistemas siguiendo las directrices de los Convenios de Cambio Climático, Desertificación y Biodiversidad.

Para ello, es imprescindible disponer de:

- Una cuantificación del papel de los ecosistemas como fuentes y sumidero de carbono u otros gases con efecto invernadero, teniendo en cuenta las variaciones espaciales y temporales.
- El establecimiento de un red permanente de puntos de medida en diferentes ecosistemas representativos de los principales ecosistemas españoles, en conexión con las redes internacionales existentes.
- Un mejor conocimiento de los procesos que controlan el papel de los ecosistemas en el ciclo del carbono u otros gases con efecto invernadero.
- Un estudio sobre las necesidades de adaptación del territorio forestal español al cambio climático, incluyendo un análisis de los métodos de ordenación y tratamientos silvícolas más adecuados para dicha adaptación, como refleja la Disposición adicional séptima de la Ley 43/2003.

### 26.1.1 Medidas e instrumentos

A continuación se citan una serie de actuaciones específicas, destacando las necesidades más acuciantes en el terreno forestal y relacionado:

- Favorecer la 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 desertización, control de arroyadas y en general del ciclo del agua-.
- Favorecer la diversidad biológica promoviendo formaciones pluriespecíficas, el desarrollo de una selvicultura multifuncional y la integración de la conservación de la biodiversidad en la gestión forestal, para conferir al ecosistema mayor calidad biológica y resistencia respecto a las perturbaciones (fuego, plagas etc.). En esta área se requiere realizar investigaciones específicas 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.
- Analizar 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. Dicho análisis debe permitir el desarrollo de modelos predictivos para orientar la pla-

nificación de los programas de restauración forestal.

- 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.
- Profundizar en 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.
- Analizar el impacto de las operaciones silvícolas en los sumideros de carbono, particularmente los que se refieren al suelo.
- Favorecer los estudios sobre 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.
- Favorecer la acumulación de carbono en fracciones orgánicas más estables. Estudios recientes indican que el aumento de la producción vegetal esperada 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.
- 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.
- Las forestaciones deberán respetar las características propias de los ecosistemas forestales. El hecho de que algunas especies toleren mejor las modificaciones ocasionadas por el cambio climático no debe ser el único criterio para escoger especies de repoblación, por la presión que pueden ejercer sobre las especies autóctonas. Consecuentemente, las políticas de forestación no deben entrar en competencia con la conservación de los bosques naturales, que debe ser prioritaria.

## 26.2 AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

El clima es uno de los principales factores condicionantes de la agricultura, determinando tanto los lugares donde pueden crecer los cultivos como los rendimientos que de ellos pueden esperarse. Todos los ecosistemas agrícolas y forestales dependen de la fotosíntesis, y ésta de la absorción de energía y CO<sub>2</sub> por las especies vegetales. Las variables climáticas locales señalan las épocas de siembra y recolección, el rendimiento de los cultivos, la dinámica de los insectos, plagas y enfermedades que afectan a las especies animales o vegetales, etc. Factores ambientales como la concentración y difusión atmosférica del CO<sub>2</sub>, temperatura, insolación, precipitación y humedad del suelo, disponibilidad de agua, etc., pueden sufrir alteraciones apreciables con el cambio climático; provocando la desaparición o desplazamiento de las especies, y la aparición de nuevas formas de vida.

Se sabe que los episodios climáticos tienen considerables repercusiones en la dinámica de las poblaciones de importantes recursos marinos. Investigaciones llevadas a cabo han puesto de manifiesto las claras influencias climáticas en el crecimiento, distribución y abastecimiento de las reservas pesqueras. En el caso de las pesquerías interiores hay un interés particular en las mediciones de la disponibilidad estacional e interanual de agua para predecir la captura de peces en los sistemas de embalses y llanuras aluviales fluviales. A los efectos de la acuicultura, se necesitan datos precisos sobre la precipitación y la temperatura para identificar las zonas en las que conviene instalar las granjas o para determinar la posible existencia de subproductos agrícolas, como alimentos para peces.

En definitiva, a pesar de los avances tecnológicos y la mejora genética de las variedades, las técnicas de riego, la lucha contra las enfermedades, etc., el tiempo meteorológico y el clima son los principales factores que determinan la productividad de una explotación agraria.

Con el establecimiento de las aplicaciones climatológicas en estos sectores se puede:

- Reducir las pérdidas agrícolas, ganaderas y pesqueras debidas a causas climáticas.
- Ahorrar energía y agua.
- Reducir los costes de producción y almacenamiento.
- Disminuir la contaminación que causan estas actividades mediante la optimización y reducción del uso de plaguicidas, fertilizantes, etc.

- Aumentar la producción agraria y la calidad de los productos sacando provecho de las condiciones climáticas, mejorando el control de plagas y enfermedades, etc.

Aunque en los estudios realizados hasta el momento no se establece claramente que los potenciales agrícola y pesquero mundiales experimenten un aumento o descenso en su promedio por efecto del cambio climático, sus efectos pueden ser graves en algunas regiones, en particular por el declive de la producción en zonas que en la actualidad presentan una vulnerabilidad alta. Es posible que ello conlleve modificaciones en la estructura del comercio agrícola como consecuencia de estos cambios en los rendimientos en las cosechas en áreas donde actualmente existe una alta producción. A pesar de todos los cambios, se espera que la producción agrícola mundial siga creciendo a un ritmo que permita equilibrar la demanda de alimentos por el crecimiento de la población.

Una elevación de 2 °C en la temperatura de las aguas oceánicas puede producir cambios sustanciales en la distribución, crecimiento y reproducción de las reservas de peces, nuevas áreas de desove y ubicación de los bancos de pesca, etc; lo que a su vez se traducirá en repercusiones sobre el sector pesquero y, finalmente, el alimentario. Realmente, los principales factores que afectarán al sector pesquero serán el alto número de capturas a las que están sometidas las grandes caladeros mundiales, la disminución de las áreas de cría y la creciente polución marina; lo que puede complicar aún más los complejos mecanismos institucionales establecidos internacionalmente para regular las zonas pesqueras.

Por otra parte, el cultivo de especies marinas puede verse muy afectado por el cambio climático. El incremento de las temperaturas cerca del litoral alterará la composición de las especies de los ecosistemas marinos que sirven de base a las principales pesquerías, lo que puede traer consigo la posibilidad del cultivo de especies nuevas, así como hacer inviable el de especies que se cultivan en la actualidad y cuyas temperaturas se encuentran ya cercanas al techo para esas especies. De entre todas las actividades relacionadas con la pesca, la acuicultura podría ser la más afectada, sobre todo la que esté implantada en zonas sometidas a grandes cambios en los regímenes de temperaturas o precipitaciones.

### 26.2.1 Medidas e instrumentos

En consecuencia, los estudios sobre los múltiples y complejos factores que intervienen en el cambio climático pueden quedar enmarcados por las siguientes líneas de acción:

- Mejorar los sistemas de información agroclimática para su aplicación en la planificación de los cultivos y su seguimiento durante el período vegetativo, la gestión de las explotaciones ganaderas, la pesca en los distintos caladeros, la acuicultura, etc.
- Elaborar guías de información climática y técnicas prácticas para la aplicación de los conocimientos climáticos para los diversos cultivos vegetales y especies animales.
- Profundizar el estudio de las consecuencias de los fenómenos climáticos adversos en el desarrollo de los cultivos.
- Desarrollar modelos basados en la relación entre el clima y la actividad agraria, tanto para los cultivos como para las especies forestales importantes.
- Realizar estudios para establecer las relaciones que existen entre las especies de pesca de mayor consumo en nuestro país y los elementos climáticos (variables atmosféricas y oceánicas).
- Elaborar modelos agroclimáticos por zonas para el cálculo -basándose en datos climáticos- de evolución de los cultivos y previsiones de cosechas, volumen de madera aprovechable, delimitación de zonas pesqueras, etc.
- Realizar experimentos y estudios fenológicos que conduzcan a la elaboración de mapas para distintas especies de la flora y fauna españolas, estableciendo los tipos de cultivo o explotaciones compatibles con las zonas climáticas teniendo en cuenta los tipos de climas y suelos.
- Realizar estudios para determinar la sensibilidad y vulnerabilidad al cambio climático de las distintas especies -animales y vegetales- y ecosistemas que se dan dentro del ámbito geográfico según diferentes rangos y ritmos de variación de las variables climáticas.
- Evaluar la viabilidad de los sistemas agrícolas, ganaderos y forestales actuales en el contexto de los cambios climáticos anticipados, teniendo en cuenta los episodios climáticos extremos y los posibles cambios demográficos, sociales, económicos; con especial atención a:
  - ✧ desplazamiento de las zonas agroclimáticas y cambios en el uso de la tierra tanto agrícola como forestal, en la gestión y en las políticas de atención a lo agrario;
  - ✧ adaptación del calendario de cultivos, especialmente de especies anuales;
  - ✧ adaptación de la dedicación productiva de las tierras agrícolas;
  - ✧ aumento de la intensidad y frecuencia de las sequías produciéndose un incremento en las zonas áridas y semiáridas y un descenso de los recursos hídricos;
  - ✧ alteración de la disponibilidad de agua para regadíos como consecuencia de los previsibles

- ◇ aumentos de la demanda y disminución de las precipitaciones y humedad del suelo;
  - ◇ aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos adversos, como el grani-  
zo, temporales de viento, etc.;
  - ◇ modificación de plagas y enfermedades;
  - ◇ aumento de las tasas de erosión y desertización del suelo por cambios en la intensidad de  
las lluvias y por efecto de la erosión eólica y la salinización de los suelos;
  - ◇ descenso, desplazamiento o desaparición de áreas forestales y especies animales silves-  
tres por cambios climáticos;
  - ◇ aumento del riesgo de incendios forestales;
  - ◇ inundaciones de tierras y frecuentes desbordamientos de ríos.
- Realizar estudios fisiológicos y ecológicos básicos del efecto del aumento de CO<sub>2</sub> sobre el cre-  
cimiento y la calidad de las plantas (fotosíntesis, respiración, desarrollo vegetal, etc.) y sobre  
las funciones claves del ecosistema. Estudios fisiológicos y ecológicos básicos de otros gases  
de efecto invernadero y de la radiación ultravioleta.
- Intensificar los trabajos para determinar y cartografiar las zonas agrícolas donde la emisión di-  
fusa de contaminantes es más acusada y crítica.
- Estudiar las repercusiones que supondrá en los sectores agrícola, forestal y ganadero la aplica-  
ción de acuerdos internacionales de limitación de emisiones de ciertos gases de efecto inver-  
nadero derivados de la CMCC.
- Estudiar la vulnerabilidad de los cultivos costeros debido a:
  - ◇ la subida del nivel del mar y a la entrada de agua salada en las capas freáticas;
  - ◇ las inundaciones de los deltas, marismas, zonas costeras amenazadas y otros humedales,  
junto con una mayor frecuencia de temporales y olas más fuertes.
- Realizar estudios poblacionales para determinar las especies animales y vegetales que podrían  
introducirse en los ecosistemas actuales debido al cambio climático, así como sus impactos.
- Realizar estudios para determinar las repercusiones del abandono de cultivos en el ciclo del  
carbono y la actuación del suelo como reservorio.
- Realizar estudios para determinar la vulnerabilidad del sector pesquero y de la acuicultura a  
los cambios previstos en los escenarios del cambio climático.
- Desarrollar métodos que permitan a los planificadores estar al corriente de la actualización de  
los impactos previstos y las medidas que se adopten internacionalmente con el objetivo de li-  
mitar los cambios climáticos.

### 26.3 RECURSOS HÍDRICOS

La disponibilidad de agua es uno de los componentes esenciales tanto del bienestar y de la productividad de las sociedades humanas como del mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres. La relación entre los recursos hídricos y el clima es evidente. El ciclo hidrológico juega un papel importantísimo en el sistema climático, condicionando el clima y siendo afectado por él. Los cambios en la precipitación ocasionarán cambios en la magnitud y temporalidad de la escorrentía, así como en la frecuencia e intensidad de los temporales y las sequías. Los cambios en la temperatura generarían alteraciones en la evapotranspiración, la humedad del suelo y la infiltración a capas profundas. Estos cambios en el contenido de agua de la superficie terrestre inducirían modificaciones de la cubierta vegetal que afectarían a la formación de las nubes, el albedo terrestre y la precipitación; lo que completa un proceso de retroacciones muy complejo.

En el caso de que se disponga de información climática con una alta resolución es factible el empleo de técnicas de modelización matemática que simulen la fase terrestre del ciclo hidrológico de forma continuada en el tiempo. La creciente utilización de la teledetección, como medio de estimar la distribución espacial de variables climáticas y parámetros hidrológicos, y de los sistemas de información geográfica, como una herramienta para manejar la gran cantidad de información que se genera, facilita la posibilidad de utilizar modelos de simulación hidrológica más complejos.

La magnitud y concentración de la precipitación en intervalos cortos de tiempo da lugar a que se produzcan crecidas en los ríos, que en muchas ocasiones producen inundaciones en extensas zonas urbanas y rurales. El cambio climático puede tener una repercusión notable sobre el régimen de avenidas, lo que obligaría a tener en cuenta estas circunstancias en las acciones de previsión, prevención y, en general, gestión del riesgo de inundaciones.

Las zonas áridas y semiáridas son, además, particularmente sensibles al fenómeno de las sequías, por lo que el profundizar en el conocimiento de los mecanismos explicativos de éstas resulta de gran interés. La variación en el riesgo e intensidad de las sequías representa el impacto más grave del cambio climático sobre los recursos hídricos, la compatibilidad de usos y la asignación y reserva de recursos. Una disminución en las disponibilidades hídricas podría conducir a la desertización de zonas especialmente frágiles.

La agudización del estiaje afectaría a la calidad del agua e incrementaría los problemas de salinidad en el agua y los suelos. Como consecuencia de la menor renovabilidad del recurso, sería previsible que, en las zonas costeras, el empeoramiento de la calidad de las aguas y el descenso de los niveles piezométricos pudiera conducir al incremento de la intrusión marina. Asimismo, un previsible aumento del nivel del mar agravaría este efecto.

El impacto del cambio climático sobre los acuíferos podría manifestarse en la disminución de la recarga natural y, consecuentemente, en la reducción y eventual desaparición de algunas salidas naturales. Asimismo, las posibilidades de explotación se verían reducidas y dificultadas, intensificándose el aprovechamiento de determinados acuíferos, con el consiguiente riesgo de sobreexplotación.

Por otro lado, un eventual cambio climático supondría una tendencia al aumento de la demanda del recurso agua. Aumento que se produciría, entre otros, en el sector agrario, como consecuencia del aumento del déficit hídrico en el suelo, y en el abastecimiento del público. La consecuencia inmediata de estas demandas crecientes sería el peligro de sobreexplotación de las cuencas.

En los casos en que se dé la degradación e, incluso, desaparición de la cubierta vegetal protectora, especialmente la de tipo boscoso, junto con el aumento de la torrencialidad y la posible disminución de la humedad del terreno, se produciría el incremento de la erosión y la pérdida del recurso suelo, con la consiguiente disminución de la vida útil de los embalses por aterramiento y las desfavorables consecuencias que ello acarrearía en la regulación del régimen hídrico.

En consecuencia, la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático dependerá del estado comparativo del sistema de abastecimiento de agua y de la capacidad de los gestores de recursos hídricos para responder, no sólo al cambio climático, sino también al crecimiento de la población y a los cambios en la demanda, las tecnologías y las condiciones económicas, sociales y legislativas.

Tal como reconoce el IPCC, para reducir la vulnerabilidad potencial de los sistemas hídricos frente al cambio climático hay varias líneas de actuación posibles. Algunas de ellas son: la determinación de tarifas, las iniciativas orientadas a la eficiencia hídrica, las mejoras de ingeniería y estructurales en la infraestructura del suministro de agua, las políticas agrícolas y la planificación/gestión urbanística. A nivel nacional, sería prioritario dar más preponderancia a la gestión integrada e intersectorial de los recursos hídricos, utilizar las cuencas fluviales como unidades de gestión de recursos, o fomentar unas prácticas de determinación de precios y de gestión apropiadas. El aumento de la demanda, la prevalencia de los diferentes usos y la sensibilidad de muchos sistemas de gestión de agua simples frente a las fluctuaciones de precipitación y escorrentía, y las considerables cantidades de tiempo y el dinero que se requieren para poner en marcha muchas de las medidas de adaptación, hacen que el sector de los recursos hídricos sea, en numerosas regiones, vulnerable a los posibles cambios del clima.

### 26.3.1 Medidas e instrumentos

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, se proponen las siguientes líneas de acción:

- Analizar la incidencia de los escenarios climáticos previstos sobre el régimen hídrico de las aguas continentales españolas, en aspectos tales como: magnitud y distribución temporal del recurso hídrico, localización geográfica; renovabilidad de los recursos subterráneos; escorrentía de fusión nival y severidad y frecuencia de las sequías e inundaciones.
- Es muy importante continuar impulsando todos los estudios pertinentes a fin de seguir profundizando en el mejor conocimiento del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y, consecuentemente, poder seguir aplicando dicho conocimiento, tanto en la evaluación continuada del Plan Hidrológico Nacional como del resto de la planificación hidrológica, con un horizonte temporal que, al menos, cubra la década de los años cincuenta (2050-59). En particular debe mejorarse la capacidad de valorar el impacto del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos de cara a las actuaciones que afecten a la oferta y la demanda de agua y el efecto estacional de dicha disponibilidad. A tal efecto sería conveniente el desarrollo de criterios concretos, transparentes y objetivos que permitan cuantificar esta disponibilidad en función de los posibles efectos del cambio climático.
- En el marco regulador de la gestión del agua, sean debidamente tenidos en cuenta los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos en las medidas para la conservación de la calidad del agua y la reducción de la contaminación difusa debida al empleo de fitosanitarios y fertilizantes en la agricultura.
- Impulsar medidas de depuración y reutilización que permitan una mejor conservación del recurso y un uso más eficiente del mismo, en particular aquellas actuaciones que incrementen su calidad y promuevan su mejor aprovechamiento.
- Evaluar los efectos de las políticas de reforestación en la disponibilidad de recursos hídricos.
- Estudiar la incidencia del cambio climático en las medidas de defensa de zonas inundables.

- Estudiar la vulnerabilidad de las aguas superficiales y subterráneas ante la contaminación por nutrientes y plaguicidas derivada de prácticas agrícolas.
- Analizar la incidencia de los diferentes escenarios climáticos sobre las distintas demandas sectoriales: abastecimiento urbano; suministro a las industrias; regadíos; aprovechamientos hidroeléctricos; caudales ecológicos y niveles freáticos en las redes fluviales y de humedales, haciendo especial hincapié en la calidad de las aguas y sus usos y en la evaluación de las consecuencias que tendrían las alteraciones en el ciclo hídrico sobre el medio natural.
- Evaluar la flexibilidad y vulnerabilidad de los sistemas actuales de suministro hídrico: dotaciones y garantías; balances hidráulicos, etc.
- Elaborar escenarios de disponibilidad de los recursos hídricos con el cambio climático: determinación de las zonas más vulnerables a la variación de los recursos hídricos, y de las superficies expuestas a elevados riesgos de erosión y desertización.
- Elaborar inventarios de técnicas prácticas y métodos en cuanto:
  - ✧ al aprovechamiento de la precipitación, la optimización y racionalización de los sistemas de explotación hidráulicos;
  - ✧ a la mejora de la eficiencia del uso del agua en los distintos sectores productivos y a la racionalización de su utilización y demanda;
  - ✧ a la aplicación de medidas estructurales y no estructurales de protección contra las inundaciones y la sequía;
  - ✧ a la restauración hidrológico-forestal;
- Analizar las consecuencias sobre la producción hidroeléctrica de la posible disminución de los caudales en los cauces fluviales.
- Poner en marcha programas para la optimización del proceso de adquisición y tratamiento de datos con el objeto de tener un mejor conocimiento de la relación clima-recursos hídricos, incluyendo la utilización de nuevos métodos de adquisición y gestión de datos como los que proporcionan la teledetección y los sistemas de información geográfica.
- Establecer estudios regionales, para el conjunto de la geografía española, sobre la intensidad, duración y frecuencia de los fenómenos de precipitación, y que relacionen la precipitación, evapotranspiración y aportación de un sistema a escala media interanual.
- Desarrollar metodologías para la estimación de precipitaciones areales en sistemas, generalmente con gradientes topográficos elevados, donde escasean las estaciones pluviométricas.
- Desarrollar programas de investigación sobre los tipos de modelos de evaluación de recursos hídricos más adecuados en función de la resolución espacial y temporal de la información climática e hidrológica disponible, con especial énfasis en la descripción del fenómeno de las sequías.
- Desarrollar programas para el seguimiento de las masas de nieve; así como de evaluación y distribución espacio-temporal de los recursos hídricos que contienen dichas masas.
- Establecer estudios y experimentos sobre las interacciones atmósfera-agua-suelo, en especial para su aplicación en el conocimiento de los efectos de la cobertura vegetal sobre la disponibilidad del recurso hídrico y sobre el control de las inundaciones.

## 26.4 ZONAS COSTERAS

Al hacer los estudios de las zonas costeras en su relación con el clima es importante considerarlas en función de las características de cada punto. Por ello hay que tratar por separado cada uno de los elementos: playas, deltas, estuarios, zonas húmedas, zonas planas costeras y acuíferos.

De los aproximadamente 9.000 km del litoral español, casi un 30% son costas formadas por material sedimentario (arenas, gravas o limos), es decir, playas. Estas playas son hoy la infraestructura básica de la industria turística española, y por consiguiente su mantenimiento en condiciones óptimas debe ser un objetivo prioritario.

Desde el punto de vista climático las variables que influyen en la estabilidad de las costas arenosas son el oleaje (altura y período de ola, distribución direccional), el nivel del mar (las mareas astronómicas o meteorológicas), y las corrientes litorales. El oleaje juega un papel muy importante en la desestabilización de las costas de materiales sueltos; de él depende la estabilidad de la costa en sentido transversal. Su mayor o menor intensidad, es decir, la mayor o menor altura de las olas que alcanzan la costa determina el mayor o menor transporte de arena en sentido normal a la costa y su posterior recuperación o no como playa útil y emergida. La dirección del oleaje es quizá más importante que su intensidad para las costas arenosas. Las playas tienden a moverse y a colocarse perpendicularmente a la dirección media del oleaje si tienen apoyo lateral suficiente. Si no lo tienen, se produce un arrastre de sedimentos y una erosión progresiva que conduce en un plazo relativamente corto a la desaparición de la playa y a la pérdida de las propiedades que hubiera tras ella.

En lo que respecta a las mareas y al nivel medio del mar, los cambios en la disposición, intensidad, y evolución de las borrascas puede producir variaciones importantes en las distribuciones de presiones atmosféricas. La influencia de la presión atmosférica en los niveles de agua es muy importante: altas o bajas presiones harán decrecer o aumentar respectivamente los niveles de agua. Saber el nivel máximo de las mareas y el nivel que puede alcanzar el mar en situaciones meteorológicas adversas, sobre todo cuando coincida una marea viva con una sobreelevación debida a unas bajas presiones excepcionales, es fundamental.

Por último, las corrientes también arrastran sedimentos de las playas tanto por el fondo como en suspensión. El resultado es una pérdida del material sedimentario suelto de las playas y su deposición en lugares indeseados o perjudiciales.

Los deltas fluviales son estructuras geológicas formadas por sedimentos aportados por los ríos y depositados por decantación en la desembocadura. Los deltas son fértiles zonas agrícolas y por ello rápidamente colonizados, y sin embargo son especialmente vulnerables ante el oleaje y una eventual subida del nivel del mar. Aún son más vulnerables aquellos deltas que, por razones geológicas o de otro tipo, están sometidos a un proceso de subsidencia, cuyo efecto destructivo será potenciado por la previsible elevación del nivel del mar.

Como consecuencia del aumento de la población y el desarrollo actuales, las áreas costeras de todo el mundo se encuentran sometidas a un estrés creciente. Por otro lado, el incremento de la explotación de los recursos no renovables está degradando las funciones y los valores de las zonas costeras en muchas partes. En consecuencia, las áreas costeras habitadas son cada vez más vulnerables a la elevación del nivel del mar y a otros impactos derivados del cambio climático. Incluso una pequeña subida del nivel del mar podría tener efectos adversos graves en ellas.

En España, dada la estructura turística implantada, una subida del nivel del mar de pocos centímetros podría tener importantes consecuencias con impactos económicos negativos sobre la industria turística, lo que por sí sólo justificaría planificar con antelación medidas de respuesta.

El cambio de las condiciones climáticas y del nivel del mar también podría afectar a las infraestructuras de comunicaciones y urbanismo de las zonas costeras. Por ejemplo, el drenaje de las aguas pluviales en algunas ciudades está tan estrictamente calculado que un ascenso del nivel medio del mar de 50 cm obligaría a su replanteamiento y probablemente a introducir métodos de drenaje por bombeo, reconstrucción del sistema o construcción de uno nuevo.

Otra 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. Éste puede ser un problema importante en cuanto al abastecimiento de agua de poblaciones o para los riegos agrícolas en las regiones costeras, algunas ya de por sí muy afectadas por la escasez del recurso.

Los cambios en las corrientes litorales pueden producir nuevas zonas de erosión o aterramientos y en general modificaciones de la batimetría, pudiendo tener efectos directos o inducidos sobre las estructuras marítimas y en la seguridad de la navegación por alteraciones en las condiciones de las zonas de acceso y maniobra. A su vez pueden tener influencia y alterar otros fenómenos como la propagación del oleaje.

#### **26.4.1 Medidas e instrumentos**

Se propone que se pongan en marcha o, en su caso, se continúen sin dilación las siguientes líneas de acción:

- Establecer inventarios actualizados de las playas de todo el litoral con batimetrías y topografías fiables de las playas y del territorio que las respalda, incluyendo una cartografía que incluya una nivelación de previsión.
- Establecer estudios y experimentos para investigar el oleaje que llega a nuestras costas estableciendo la distribución de alturas de ola y períodos, así como la distribución direccional del oleaje.
- Llevar a cabo estudios para profundizar en la predicción de los niveles del mar, especialmente los máximos, producidos por mareas o sobreelevaciones meteorológicas.
- Establecer un sistema de observación que permita elaborar un mapa detallado, que mejore los actuales, de las condiciones hidrográficas y corrientes marinas de la región oceánica que afecta a la costa, y su evolución en los distintos escenarios del cambio climático, especificando no sólo la dirección sino la intensidad.
- Realizar estudios para evaluar la importancia de las praderas submarinas en el mantenimiento y fijación de las playas, así como para determinar los efectos que sobre éstas tendría la alteración de las praderas, principalmente debido a la extracción de arena.
- Estudiar la sensibilidad de las zonas costeras al cambio de las variables climáticas, realizando un inventario de las zonas y actividades en peligro potencial, y asignando objetivamente la prioridad de cada una en base a su valor para la sociedad, con objeto de establecer un orden

de actuación en la protección del conjunto.

- Realizar una evaluación cuantificada de la vulnerabilidad de los distintos componentes de las costas a los impactos provocados por los cambios climáticos, teniendo en cuenta diferentes escenarios climáticos.
- Realizar un inventario de medidas y cálculo de costes para la adaptación de las infraestructuras y el reasentamiento de las poblaciones que pudieran verse afectadas por un ascenso del nivel del mar.
- Realizar un inventario de las modificaciones que habría que llevar a cabo en los planes de desarrollo urbanístico, turístico y de infraestructura costera para adaptarlos a las condiciones de los escenarios del cambio climático, incluyendo el estudio sobre las posibilidades y los costes de llevar a cabo esas modificaciones.

## 26.5 ENERGÍA E INDUSTRIA

El sector energético, dado su carácter de soporte del sistema productivo de la sociedad, es uno de los más íntimamente relacionados con el medio ambiente. Esto hace que toda información climática que ayude a planificar para conseguir una mayor eficacia en la producción, transporte y consumo energético sea útil para un mejor aprovechamiento de las actividades del sector energético y, consecuentemente, de una mejora medioambiental.

Por otra parte, para la introducción de nuevas fuentes de energía y sustitución parcial de alguna de las existentes es preciso contar, no sólo con la información climática que lleve a la definición de la ubicación óptima de las nuevas instalaciones, sino que además es necesario evaluar correctamente su teórico rendimiento para obtener un adecuado dimensionamiento del sistema que permita estimar con precisión el ahorro generado, tanto en términos de consumo de energía como de reducción de emisiones.

Para el sector energético en su conjunto es fundamental disponer de un buen conocimiento de la relación existente entre ciertos factores ambientales -como el tiempo- y el consumo de energía, sobre todo para planificar la estructura del parque generador durante los períodos en que los picos de consumo pueden provocar caídas en el abastecimiento. Asimismo, es fundamental disponer de una buena estimación del recurso hídrico disponible a corto y medio plazo para evaluar la capacidad energética almacenada en los sistemas hidroeléctricos; así como de las condiciones meteorológicas que puedan afectar a la producción de especies vegetales utilizadas para la obtención de biocombustibles.

Respecto a la actividad industrial, el clima, a menos que se den características extremas, no es un factor que se haya tenido en cuenta de forma significativa, sin embargo, la pluviosidad y sus efectos sobre los recursos hídricos tienen incidencia apreciable, particularmente en aquellos sectores cuyo consumo de agua es grande. Parámetros tales como intervalos y distribución de las temperaturas, dirección de los vientos dominantes, etc., son precisos a nivel local para calcular las condiciones de funcionamiento de determinados sectores industriales, fundamentalmente en los de carácter básico. Asimismo, un buen uso de la información climática disponible facilitaría la elección de emplazamientos que evitasen, en gran medida, los episodios graves de contaminación local y regional.

En relación con los impactos directos, el cambio climático puede afectar a la ubicación de instalaciones (refinerías y centrales de generación eléctrica) en zonas costeras, así como, en función de la previsión de recursos hídricos, puede verse condicionada la instalación interior de industrias del sector, centrales hidroeléctricas (producción hidroeléctrica) y térmicas principalmente (refrigeración en las centrales termoeléctricas). En el área del aprovechamiento hidroeléctrico la consecuencia sería una pérdida parcial del potencial hidroeléctrico bruto y la concentración de la producción en períodos más cortos de tiempo, lo que acarrearía un aumento de la producción de energía en centrales térmicas, que a su vez contribuiría a incrementar el impacto ambiental.

Las variaciones de la temperatura repercuten en la demanda de energía de forma importante, un eventual aumento de la temperatura incrementaría el consumo de energía para climatización o refrigeración en verano, mientras que en invierno determinaría una disminución de este consumo para calefacción.

En lo referente a ciertas energías renovables, la importancia de las variables climáticas es significativa. Las modificaciones de la cubierta de nubes afectaría al potencial de energía solar y su distribución, mientras que las variaciones en la intensidad y velocidad del viento repercutirían en el potencial de energía eólica y su distribución. Las características climáticas específicas pueden condicionar la implantación de este tipo de instalaciones.

Por otra parte, la posible repercusión del cambio climático en otros sectores como la agricultura, ganadería, el turismo, etc., acompañados de movimientos o migraciones de la población y de las modificaciones de su ocupación, afectaría, también, a la demanda de energía y a los patrones de su consumo (industrial, residencial, terciario, etc.).

Respecto a las actividades industriales, los cambios en variables climáticas tales como la temperatura y la humedad, en la magnitud que se prevé, apenas tendrían repercusiones en la mayoría de estas actividades. Sin embargo, las modificaciones en la disponibilidad de los recursos hídricos afectaría a la industria en general, si estos resultan disminuidos. Muy particularmente los sectores industriales más afectados serían: siderurgia, pasta y papel, químico, alimentación, textil y petróleo. Por otra parte, dado que sobre todo la industria básica está situada preferentemente en emplazamientos costeros podría resultar afectada por una subida en el nivel del mar, planteando graves problemas al ser instalaciones que por sus características son de difícil traslado. Un caso que es preciso considerar lo constituyen muchas de las industrias alimentarias o aquéllas que utilizan como materia prima productos forestales, agrícolas, ganaderos o procedentes de la acuicultura. Cualquier variación en el clima podría tener inmediata repercusión en estas actividades, lo que evidentemente incidiría en las industrias antes mencionadas.

### 26.5.1 Medidas e instrumentos

Consecuentemente, las líneas de acción que se proponen son:

- Elaborar técnicas prácticas para la aplicación de los conocimientos climáticos a los sectores: energético (planificación de la producción, sistemas hidroeléctricos, etc.); industrial (agrícola, alimentación, bebidas, textil, de papel, maderera, química, etc.)
- Elaborar mapas que contengan información detallada y precisa sobre las posibilidades climáticas de cada zona en cuanto a la ubicación en ella de instalaciones energéticas e industrias; así como de sus impactos sobre el medio ambiente y el clima.
- Estudiar las características climáticas de las zonas donde en la actualidad se ubican las plantas de producción energética y los polígonos industriales para determinar los efectos adversos que se derivan de ese emplazamiento y se pueda estar preparados para enfrentarse a ellos.
- Estudiar la incidencia en la demanda de energía de las variaciones en las diversas variables climáticas, en especial la temperatura.
- Estudiar las consecuencias energéticas, industriales, económicas y sociales derivadas de una futura adaptación a posibles limitaciones en las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Desarrollar modelos de previsión de los recursos hidroeléctricos en relación con las variaciones en las precipitaciones.
- Estudiar las necesidades de suministro de agua en las industrias del sector, en especial para las centrales termoeléctricas, en función de los cambios eventuales en las precipitaciones sobre cada emplazamiento o zona.
- Estudiar la incidencia en las instalaciones de las industrias del sector, incluidas las de transporte y distribución, de situaciones extremas como tormentas eléctricas, inundaciones, etc.

## 26.6 TRANSPORTES TERRESTRE, AÉREO Y MARÍTIMO

También en el sector del transporte es útil la información climática, tanto desde el punto de vista de la industria de la construcción de infraestructuras, sobre todo en el período de planificación de las obras, como durante las operaciones de transporte de mercancías o personas; ya que independientemente del tipo de transporte de que se trate, ciertas condiciones climáticas extremas pueden paralizar el sector en determinadas regiones. Sin embargo, el sector aeronáutico es el que tradicionalmente ha hecho más uso de la información meteorológica y climática.

En principio no parece que el sector del transporte se vería muy afectado por una subida de las temperaturas del orden de magnitud previsto. Sin embargo, sí podría verse afectado por un cambio en la estructura de las precipitaciones o en el régimen de los vientos o la frecuencia de fenómenos como las nieblas. Si los cambios en estas variables son importantes, sería necesario introducir modificaciones en las obras de infraestructura: nuevas orientaciones de algunas pistas de aterrizaje y despegue, nuevos criterios para el diseño de puentes, etc.

En el ámbito portuario una subida del nivel del mar y demás cambios que traería el cambio climático en el régimen de lluvias, vientos, oleaje, etc., podría tener numerosos impactos que para su estudio pueden agruparse en tres tipos: impactos en la seguridad de las estructuras portuarias; impactos en la operatividad y funcionalidad de los puertos; e impactos en la seguridad de la navegación y del buque.

### 26.6.1 Medidas e instrumentos

Consecuentemente, las líneas de acción que se proponen son:

- Elaborar técnicas prácticas para la aplicación de los conocimientos climáticos al sector del transporte.
- Elaborar mapas que contengan información detallada y precisa sobre las posibilidades climáticas de cada zona en cuanto a la ubicación en ella de infraestructuras del transporte; así como de sus impactos sobre el medio ambiente y el clima.

- Estudiar los cambios que provocarían las variaciones climáticas en la infraestructura de los transportes aéreo y terrestre.
- Realizar un inventario de medidas, que incluya el cálculo de costes, que habría que llevar a cabo para asegurar la operatividad y seguridad de los puertos españoles ante los escenarios del cambio climático que se prevén.

## 26.7 ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, URBANISMO Y EDIFICACIÓN

En el marco de la necesidad de medidas preventivas, las estrategias de ordenación del territorio y los planes urbanísticos deberían prestar una atención especial a la información climática y a los efectos del cambio climático, de forma que las propuestas de ocupación y distribución en el territorio de los distintos usos y actividades: asentamientos humanos, actividades económicas, infraestructuras, etc., integren entre sus objetivos impedir y prevenir la degradación de los recursos naturales con influencia negativa sobre el clima, a la vez que tengan en cuenta el mejor aprovechamiento y adaptación a las características del clima y a los efectos del cambio climático. Se trata en definitiva de coordinar y compatibilizar, desde la óptica del desarrollo sostenible, el aprovechamiento de las condiciones climáticas evitando, de esta forma, los efectos negativos que pudieran surgir con ubicaciones desacertadas: degradación de los suelos, deforestación, exposición y vulnerabilidad ante avenidas e inundaciones, ubicación de plantas industriales, etc.; o la utilización en la edificación de sistemas poco optimizados en el ahorro de energía y el aislamiento térmico.

Sería conveniente desarrollar técnicas prácticas operativas para la aplicación de los conocimientos climáticos y de los efectos del cambio del clima a la planificación en la ordenación del territorio. En la edificación, el conocimiento de los datos climáticos relacionados con el viento, la lluvia o la nieve, la temperatura y humedad del aire, la radiación solar, las descargas eléctricas, etc., resulta necesario tanto para la elaboración de la normativa técnica sobre edificación como para una adecuada realización de los proyectos que considere la situación climática de la localidad donde se ubican los edificios.

Existe una gran dificultad para llevar a cabo estudios de impactos en los sectores comprendidos en este apartado por la variedad de factores que pueden verse involucrados y que habría que tener en cuenta, como las tendencias demográficas, la innovación tecnológica, el grado de desarrollo económico alcanzado, etc; el cambio climático afectará a la ordenación del territorio en el contexto de los cambios medioambientales y socioeconómicos en curso.

En general, las actividades con cortos ciclos de vida inferiores a la escala temporal del cambio climático sufren comparativamente muchos menos efectos negativos, ya que requieren una planificación continua que puede tener en cuenta los pequeños cambios que se van produciendo y considerar las previsiones fiables a corto y medio plazo. Sin embargo, el gran volumen de inversiones dedicado a la ordenación del territorio obliga a que las actuaciones contengan un alto grado de previsión y coordinación, lo que no siempre es posible al evaluar los impactos del cambio climático.

En la edificación la repercusión de los cambios climáticos conlleva nuevas necesidades para atender los aspectos de habitabilidad de los edificios, que requieren instalaciones de climatización y ventilación que, a su vez, repercuten sobre el microclima de la localidad. Este es el caso de los centros de las grandes ciudades, donde aparecen islas de calor que requieren, en verano, la implantación de sistemas de refrigeración que generan un aumento de las temperaturas exteriores.

Por otra parte, la tendencia al mayor uso en los edificios de sistemas de climatización puede generar problemas de salud a sus habitantes cuando sus condiciones de operación o diseño no controlan la calidad del aire interior, a la vez que incrementa el consumo de energía, que repercute en mayores emisiones de CO<sub>2</sub>.

Dentro del espacio urbano, las zonas que pueden verse más directamente afectadas por los cambios climáticos son las llamadas zonas verdes en general (parques y jardines), viéndose alteradas las exigencias para su conservación y, por tanto, planteándose la necesidad de variar las especies vegetales y su diseño, limitando las zonas con césped y plantando más árboles.

### 26.7.1 Medidas e instrumentos

Por tanto, entre las numerosas líneas que pueden haber en esta línea estratégica de actuación se define como más prioritarias:

- Realizar estudios que permitan la elaboración de normas que conduzcan al aprovechamiento óptimo de las condiciones climáticas en los sectores urbanístico y de la construcción.
- Realizar estudios climáticos aplicados a la ordenación del territorio y al urbanismo para la localización de usos y actividades en el territorio: asentamientos humanos, actividades industriales, zonas urbanas, espacios protegidos, etc.
- Estudiar la incidencia de los sistemas de calefacción y climatización de los edificios en el microclima de las grandes ciudades.
- Realizar estudios para determinar qué zonas geográficas y grupos de individuos son más vul-

nerables a las variaciones climáticas para tenerlo en cuenta a la hora de planificar en la ordenación del territorio y el urbanismo.

- Integrar en el planeamiento territorial y urbano las consideraciones de los posibles usos del suelo a los niveles de riesgo de inundación presentes en el territorio, teniendo en cuenta además la posible aparición de este riesgo, en determinadas nuevas áreas, por el cambio del clima.
- Realizar estudios para determinar el impacto de las variaciones climáticas sobre la edificación y la necesidad de sistemas de calefacción y refrigeración.
- Realizar estudios para determinar el impacto del cambio climático y las actividades humanas sobre el clima urbano de las principales ciudades españolas.

## 26.8 TURISMO

El desarrollo turístico debe contemplar, por el propio interés del sector, la conservación y mejora de los entornos naturales. Es importante conocer las características climáticas de cada lugar para determinar el número de clientes que puede soportar, con el fin de extraer el máximo provecho de sus ventajas y minimizar sus inconvenientes, es decir, para encontrar el término justo entre el rendimiento turístico y la preservación del medio ambiente.

En cuanto al turismo, es importante subrayar que la importancia del clima sobre su desarrollo y tendencias en cuanto al tipo e intensidad de la actividad y la demanda no es solamente directa. En concreto, en España el producto turístico por excelencia es el denominado sol y playas, donde la componente climática, como era de esperar, es fundamental, no sólo ligada al clima como recurso, sino a la ausencia de aquél en otros países del norte de Europa de donde provienen la mayor parte de los visitantes. En este sentido las variaciones globales del clima podrían modificar esta ventaja comparativa (aumento de las temperaturas medias en el norte de Europa), pudiendo tener consecuencias sobre los flujos hacia nuestro país.

### 26.8.1 Medidas e instrumentos

Por tanto, se definen las siguientes líneas de acción:

- Determinar las zonas climáticas desde el punto de vista turístico, evaluando la disponibilidad de recursos, la necesidad de infraestructuras y el flujo admisible de visitantes.
- Realizar estudios de confortabilidad climática para los distintos tipos de actividad al aire libre, especialmente las turísticas y recreativas.
- Realizar estudios de la sensibilidad del sector turístico a los diferentes rangos de variación de las variables climáticas, evaluando la vulnerabilidad y determinando las áreas geográficas amenazadas.
- Realizar estudios sobre la incidencia de las variaciones climáticas en los flujos turísticos internos y, sobre todo, externos.
- Realizar estudios sobre la modificación en el entorno que puede suponer el cambio del clima en las regiones para las cuales la explotación de zonas naturales constituye una parte importante de sus ingresos; por ejemplo, cómo pueden afectar las posibles modificaciones de la precipitación en forma de nieve en las zonas de montaña con una infraestructura turística importante basada en los deportes de invierno.

## 26.9 SALUD HUMANA

La determinación del rango de variación de las variables climáticas es decisiva en múltiples aplicaciones sanitarias, entre las que destacan:

- La prevención de la exposición a los efectos de condiciones climáticas nocivas (olas de calor, períodos de contaminación, alergias por pólenes, insolación, etc.) Para los distintos grupos de población.
- La estimación relativa a la introducción de sustancias tóxicas en las cadenas alimentarias.
- La prevención de enfermedades de transmisión hídrica, el aprovisionamiento de agua potable y el control sanitario del agua.
- La distribución geográfica de los vectores transmisores de enfermedades contagiosas.
- Los patrones de riesgo de enfermedades de la piel, sobre todo en relación con la radiación solar de la banda ultravioleta.

En cuanto a la salud se han señalado como efecto del cambio climático el potencial aumento de los casos de deshidratación por calor, la propagación de enfermedades contagiosas, el aumento de cáncer de piel, el aumento de las enfermedades pulmonares, etc. Distintas enfermedades consideradas en la actualidad como de baja frecuencia o incluso exóticas, podrían adquirir importancia como consecuencia de nuevas condiciones biológicas propiciadas por el cambio climático. De esta forma cabe la posibilidad de que agentes etiológicos, que actualmente no son preponderantes, encuentren su oportunidad a través de modificaciones en la temperatura, humedad, vegetación y

fauna.

Por otra parte, el impacto indirecto sobre la salud de las posibles repercusiones socioeconómicas del cambio climático puede ser muy extenso y realizarse por intermedio de múltiples mecanismos.

### 26.9.1 Medidas e instrumentos

Por tanto, se definen, entre otras, las siguientes líneas de acción:

- Determinar las zonas climáticas más y menos favorables para el desarrollo de enfermedades cuya incidencia es importante, en especial para las contagiosas.
- Estudiar la calidad del aire en el interior de los edificios con sistemas artificiales de acondicionamiento, principalmente enfocado a la transmisión de enfermedades relacionadas con el aparato respiratorio.
- Evaluar los tiempos límite de exposición a la radiación solar en función de las condiciones atmosféricas y las características de los distintos grupos de población, estableciendo un sistema eficaz para el suministro de la información.
- Realizar estudios para determinar la influencia de los cambios climáticos en la aparición, desarrollo y virulencia de enfermedades.
- Realizar estudios para determinar qué grupos de individuos y en qué zonas geográficas o asentamientos son más vulnerables a las variaciones climáticas desde el punto de vista de la salud.
- Evaluar el impacto del cambio climático sobre la frecuencia e intensidad de los episodios de contaminación sobre las ciudades con problemas medioambientales.
- Realizar estudios de la vulnerabilidad de las infraestructuras básicas (abastecimiento de aguas, suministro de alimentos, atención sanitaria, etc.) desde el punto de vista sanitario.
- Establecer un sistema de vigilancia epidemiológico ambiental en las áreas especialmente vulnerables al cambio climático o las densamente pobladas. Realización de estadísticas de morbilidad y condiciones ambientales relativas a la fauna, flora y vectores de las enfermedades.
- Estudiar las medidas para impedir la emigración de enfermedades que en la actualidad son endémicas de algunas zonas y que con el cambio climático pudiesen pasar a tener zonas favorables de condiciones climáticas similares dentro del territorio español.

## 26.10 SERVICIOS FINANCIEROS

El sector de las aseguradoras puede ser, económicamente hablando, uno de los que más rápida e intensamente se vea afectado por los cambios climáticos. Según las previsiones actuales, el clima del siglo XXI en España será más cálido y seco, con una mayor presencia y virulencia de los fenómenos climáticos extremos que ya causan enormes pérdidas económicas en los sectores primario y terciario. Los impactos sobre otros servicios financieros, tales como los préstamos a empresas basadas en recursos naturales afectados por el clima, no han sido todavía suficientemente evaluados como para establecer unas implicaciones directas entre ambos; aunque es bastante probable que el hecho de desplazarse el clima hacia condiciones de supervivencia límite para algunos sectores, provoque problemas financieros en ellos.

Desde el punto de vista del sector de los seguros, es fundamental disponer del mejor conocimiento posible de las estrechas relaciones existentes entre las condiciones climáticas y el desarrollo de ciertas actividades, sobre todo para las estimaciones del rendimiento económico y de los efectos de las situaciones climáticas extremas. Los efectos destructivos de los fenómenos climáticos extremos son más notables en los países en desarrollo que en los desarrollados. Por tanto, los impactos climáticos indirectos serán incluso más intensos cuanto más débil sea la economía del país.

Otro efecto adicional, sólo perceptible en los países más desarrollados, ha sido el paulatino incremento del número y valor de los bienes asegurados, la evolución del clima puede agudizar estas tendencias, provocando un aumento de las primas contratadas.

### 26.10.1 Medidas e instrumentos

En consecuencia, las líneas de acción propuestas son:

- Establecer métodos normalizados de evaluación de las pérdidas económicas, por sectores, producidas por fenómenos climáticos extremos.
- Confeccionar curvas de respuesta (intensidad-costos de los daños) de los fenómenos climáticos que producen catástrofes, realizando la clasificación por áreas geográficas de riesgo y fenómenos.
- Estudiar los efectos de los cambios climáticos sobre el sector de los seguros, en especial lo relativo al aumento de las provisiones económicas para paliar los crecientes riesgos.
- Realizar análisis de riesgos para los principales fenómenos climáticos extremos que afectan a España, teniendo en consideración los escenarios climáticos que ofrecen los modelos.

- Fomentar la adecuación de las infraestructuras y edificaciones, incrementando los requisitos del diseño, para prevenir los efectos sobre las mismas y disminuir el riesgo.
- Regular estrictamente el acceso y la utilización del suelo en las cercanías de las zonas potencialmente inundables o afectadas por el ascenso del nivel del mar.
- Realizar campañas de concienciación pública para disminuir los daños y accidentes causados por condiciones meteorológicas adversas.

## 27 PREVENCIÓN CONTRA LOS DESASTRES NATURALES

En este apartado se destaca la importancia que tienen los fenómenos catastróficos relacionados con el clima. En realidad todo lo referido aquí está muy interrelacionado con las líneas de actuación que se han identificado en los apartados anteriores y de hecho en muchas de ellas se ha hecho ya referencia a los fenómenos extremos que producen los desastres naturales. Sin embargo, dada la trascendencia social y económica de estos fenómenos, se considera oportuno hacer este apartado específico para la prevención contra los desastres naturales, a fin de tener una visión integrada de estos fenómenos y resaltar la importancia que tiene la reducción o eliminación de sus consecuencias a través de las estrategias de adaptación.

Como se ha comentado anteriormente, existe una gran interdependencia entre muchos de los fenómenos climáticos que pueden ser causa de desastres naturales. Ello implica que cualquier estrategia de actuación para la prevención de los efectos de dichos fenómenos ha de concebirse y ponerse en práctica teniendo en cuenta las interrelaciones existentes.

La mayor parte de estos fenómenos climáticos no se pueden evitar, al formar parte natural de los procesos que se producen dentro del sistema climático, pero sí se pueden mitigar las catástrofes a que dan lugar. Por tanto desde un punto de vista estratégico, no se trata únicamente de disponer de mecanismos de previsión y alerta, o de prever medidas de emergencia; sino también de conocer a fondo los fenómenos que se producen en cada zona geográfica, su magnitud, frecuencia, etc., con el objeto de que la planificación sectorial se haga de forma que se consiga la máxima eficacia y se aminore el riesgo de catástrofes.

Un fenómeno natural se considera catastrófico cuando produce la pérdida de vidas humanas o tiene consecuencias económicas adversas graves. En muchas ocasiones los fenómenos climáticos producen efectos catastróficos no sólo por la intensidad, duración o violencia intrínseca del fenómeno; sino debido a factores humanos, que van desde la planificación inadecuada al olvido de la existencia de los fenómenos, que hacen que se potencie su acción devastadora.

En general es bastante difícil cuantificar todos los daños que causa un desastre natural, ya que sus efectos pueden manifestarse varios años después de que se ha producido el fenómeno climático. A las pérdidas humanas y económicas directas ocasionadas por el fenómeno, hay que añadir la degradación del entorno natural que generalmente acompaña a los desastres naturales.

La importancia que adquiere el conocimiento de los fenómenos climáticos que originan catástrofes naturales se ve intensificada por la previsible evolución del clima. Los experimentos desarrollados con modelos climáticos globales muestran que existe una tendencia al incremento de la actividad convectiva con el aumento de la concentración atmosférica del CO<sub>2</sub>, así como un mayor número de fenómenos tormentosos y un aumento de la escorrentía superficial y la erosión del suelo. Por otra parte, el calentamiento global producirá un aumento de la evapotranspiración que puede no verse compensado con aumentos en la precipitación, provocando más períodos de sequía, y éstos más intensos.

Para establecer con mayor eficacia las líneas de acción en cuanto a la prevención de los fenómenos catastróficos, conviene clasificar estos fenómenos en tres tipos:

- Fenómenos atmosféricos: lluvias torrenciales, nevadas intensas, temporales de viento, tormentas, granizo y descargas eléctricas atmosféricas, olas de frío y de calor.
- Fenómenos marítimos: cambios en la trayectoria de las corrientes y en el campo termohalino, variación del nivel medio del mar a diferentes escalas temporales, y temporales marinos.
- Otros fenómenos relacionados con el clima: sequía y desertización, incendios forestales, aludes y movimientos de ladera.

### 27.1 FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS

Los daños que producen estos fenómenos son función, tanto de la intensidad del propio fenómeno atmosférico como de las infraestructuras que disponga la región para limitar los efectos perniciosos del fenómeno. El conocimiento profundo del clima con las diversas peculiaridades regionales puede hacer que, a través de la planificación, la creación y el mantenimiento de la infraestructura adecuada, se mitiguen muchos de los efectos de estos fenómenos. Por otra parte la planificación futura ha de tener en cuenta también la posibilidad de que el cambio climático debido al incremento del efecto invernadero haga que se intensifiquen los fenómenos convectivos en España,

como sugieren los escenarios que proporcionan los modelos climáticos actuales.

### **27.1.1 Lluvias torrenciales**

Una de las características del clima de nuestro país es la ocurrencia en la atmósfera con cierta frecuencia de sistemas convectivos que van acompañados de precipitaciones torrenciales que producen inundaciones y episodios catastróficos. Estos fenómenos son más frecuentes, y se dan, generalmente, casi todos los años a finales del verano y principios del otoño en el área mediterránea, si bien también pueden darse en otras zonas y en otras épocas del año.

### **27.1.2 Nevadas intensas**

No es un fenómeno frecuente en España, si se exceptúan algunas de sus zonas altas, ni sus efectos son especialmente catastróficos. Sin embargo, pueden provocar pérdidas importantes en sectores como el del transporte y ser la causa de que se agraven otros problemas al hacer que queden aislados los núcleos habitados.

### **27.1.3 Temporales de viento**

No es frecuente que en la zona geográfica que ocupa nuestro país se den temporales de vientos de efectos devastadores similares a los de los ciclones tropicales; pero son relativamente frecuentes los temporales de viento de intensidad suficiente para cobrarse víctimas mortales o causar pérdidas económicas de cierta consideración por daños a cosechas, derribo de estructuras, etc.

### **27.1.4 Tormentas, granizo y descargas eléctricas atmosféricas**

En general las tormentas no dan lugar en España a episodios catastróficos de grandes proporciones, pero año tras año el granizo provoca cuantiosas pérdidas en el sector agrícola y los rayos causan víctimas mortales y provocan numerosos incendios forestales, sobre todo en el área mediterránea. Se prevé que, con el cambio climático inducido por la intensificación del efecto invernadero, aumenten el número e intensidad de los episodios de tormentas en la zona geográfica que ocupa España.

### **27.1.5 Olas de frío y de calor**

Los efectos de las heladas intensas se hacen sentir en diversos sectores socioeconómicos como son las comunicaciones terrestres y aéreas, debido fundamentalmente a la aparición de placas de hielo en las vías de comunicación y engelamiento sobre los vehículos; el sector agrario, por congelación de los elementos vegetales; el sector energético, por la sobrecarga debida a mayores requerimientos de calefacción; el sector de servicios sociales, por el aumento de la necesidad de acoger a personas sin hogar; etc.

También el estrés debido al calor puede producir daños en la agricultura y la ganadería, además de agravar ciertas patologías en los humanos. Como ocurre con las tormentas se prevé que este fenómeno se agrave con el cambio climático, tanto por el aumento de su intensidad como por el de la frecuencia de ocurrencia.

## **27.2 FENÓMENOS MARÍTIMOS**

Los fenómenos marinos ocupan uno de los primeros lugares en cuanto al número de víctimas mortales. Además son fenómenos que requieren una especial atención en cuanto a su peligro potencial si se tiene en cuenta la tendencia al aumento de la población en las zonas costeras.

Entre los fenómenos marítimos más importantes, que en relación con el cambio climático puede dar lugar a diferentes impactos catastróficos, cabe citar: cambios en la trayectoria de las corrientes y en el campo termohalino, variación del nivel medio del mar a diferentes escalas temporales, intensificación de ondas de tempestad, los temporales marinos, grandes mareas meteorológicas y ondas seiches.

De forma general, cada uno de estos fenómenos, individualmente o conjuntamente, pueden dar lugar a impactos catastróficos y afectar a: la seguridad y estabilidad de las zonas costeras; las condiciones medioambientales de las zonas costeras y oceánicas; la seguridad de las estructuras marítimas y portuarias; la seguridad de la navegación y del buque; y la operatividad y funcionalidad de los puertos.

Si bien es difícil cuantificar, actualmente, la importancia de los efectos del cambio climático en la agudización de impactos catastróficos causados por fenómenos naturales marítimos en las zonas costeras españolas, no obstante puede señalarse como previsible que en la zona marítimo costera española a corto y medio plazo puedan acentuarse o ser más frecuentes efectos catastróficos sobre la estabilidad y sobre las condiciones medioambientales de dichas zonas. Dado que ya es preocupante la situación general actual de nuestras costas arenosas, cualquiera de los fenómenos marítimos mencionados anteriormente podría dar lugar en ellas a pérdidas catastróficas. Por el contrario, teniendo en cuenta las tipologías estructurales y las condiciones de seguridad que actualmente se están estableciendo y se proyectan para las estructuras marítimas e instalaciones portuarias no

hacen previsible que, salvo a muy largo plazo y con tendencias muy direccionadas, puedan acentuarse los efectos catastróficos sobre ellas, o sobre la operatividad y funcionalidad de los puertos.

### **27.2.1 Cambios en la trayectoria de las corrientes y en el campo termohalino**

Las variaciones climáticas causan cambios en la distribución espacial de la temperatura y salinidad del océano. Esto, por un lado, afecta a la distribución de las anomalías termohalinas que controlan la interacción con la atmósfera y, por otro, al campo de densidades que controla las corrientes, las cuales son también afectadas directamente por cambios en la circulación atmosférica. Aquellos cambios influyen sobre el hábitat de los seres marinos, cuyas poblaciones pueden extinguirse o cambiar de lugar (al cambiar sus condiciones ambientales), sobre el intercambio de energía y agua con la atmósfera, sobre el nivel del mar y, prácticamente, sobre todos los procesos oceánicos de cualquier índole. Por último, estos cambios producidos por el clima sobre el océano a su vez influirán sobre el propio clima

### **27.2.2 Variación del nivel medio del mar a diferentes escalas temporales**

El peligro de la elevación del nivel del mar motivada por un calentamiento de la superficie del planeta no está tanto en que se produzcan fenómenos catastróficos súbitos como en los cambios a plazo medio que pueda provocar en la línea de costa y ecosistemas costeros, cuyas repercusiones pueden ser catastróficas para los ecosistemas costeros o sectores como el turismo. Además tampoco se puede descartar la posibilidad de que se produzcan episodios catastróficos rápidos.

La altura del nivel del mar, en un lugar y en un momento determinado, puede sufrir variaciones importantes en función de las denominadas mareas meteorológicas, que tienen su origen en las variaciones temporales de las condiciones meteorológicas. Los impactos sobre la costa y los daños causados por sobreelevaciones del nivel del mar pueden ser muy importantes cuando se producen las denominadas ondas de tempestad, ocasionadas por borrascas profundas, vientos fuertes y tormentas. Los cambios en la ubicación, trayectorias e intensidad de las borrascas debido al cambio climático pueden hacer que se acentúen estos fenómenos.

Por otra parte, la forma, tamaño y profundidad de algunos puertos les hacen muy sensibles al fenómeno conocido como ondas *seiche*, causado normalmente por fuertes vientos o cambios de presión. Este tipo de ondas suele presentar oscilaciones del nivel del mar de períodos del orden de magnitud del de oscilación propio del recinto portuario, produciéndose fenómenos de resonancia. Esto da lugar a incrementos importantes en las alturas de la ola en el interior de las dársenas que alcanzan a menudo proporciones destructivas, como las 'rissagues' del puerto de Ciudadela, en la isla de Menorca.

### **27.2.3 Temporales marinos**

Así como es relativamente frecuente la ocurrencia de temporales en los mares frente a nuestras costas, es muy raro que se den casos de temporal huracanado; sin embargo es importante tener en cuenta que esto puede dejar de ser así si se dan las condiciones climáticas que predicen los escenarios del cambio climático. En todo caso la vigilancia del fenómeno y el conocimiento detallado de las condiciones climáticas en las que se produce serán decisivas para reducir sus posibles efectos destructivos. Una mayor frecuencia e intensidad de los temporales marinos llevaría asociada una mayor frecuencia e intensificación de las ondas de tempestad, con las consiguientes consecuencias sobre la frecuencia e intensidad de las inundaciones en tramos de costa baja.

## **27.3 OTROS FENÓMENOS RELACIONADOS CON EL CLIMA**

Estos desastres, cuando suceden de forma natural, están íntimamente relacionados con la ocurrencia de determinados episodios climáticos o condiciones meteorológicas cuyo conocimiento detallado llevaría a mitigar en gran medida sus efectos.

### **27.3.1 Sequía y desertización**

Es necesario recurrir a la cuantificación de los daños para determinar cuando un período prolongado sin precipitaciones se convierte en una sequía catastrófica. A este respecto es importante mencionar que no es fácil cuantificar los daños económicos y ecológicos que produce una sequía prolongada, porque los efectos pueden manifestarse bastantes años después de que haya ocurrido el fenómeno. Por otra parte, hay que tener en cuenta que los daños más importantes se producen cuando se combina la sequía con el uso indebido de la tierra. El proceso de degradación de los suelos que conduce a la desertización no es un proceso súbito, sigue una secuencia en un período de tiempo más o menos largo y es el resultado de la suma de muchos factores concurrentes, el clima es sólo uno de ellos. La reversibilidad de los procesos de desertización es muy costosa y no siempre es posible, sobre todo cuando el clima se vuelve más seco y el suelo ha perdido su capa más fértil.

### **27.3.2 Incendios forestales**

Constituyen un factor con una capacidad destructiva enorme en nuestro país en las épocas de

calor. El problema de los incendios forestales es complejo y de difícil solución por muy bien que se conozcan las causas climáticas que lo favorecen, entre otras razones por la alta proporción de los incendios provocados intencionadamente. Es importante tener en cuenta que el problema de los incendios forestales se agravará con las condiciones del cambio climático. Si la temperatura de la superficie es más alta, la humedad del suelo más baja, y se intensifican los vientos, tormentas y olas de calor, el resultado es que aumentarán de forma drástica las condiciones favorables para que se produzcan.

### 27.3.3 Aludes y movimientos de ladera

Si bien los aludes, en general, producen víctimas cada año en España, los movimientos de ladera hasta ahora no han sido causa de grandes desastres en cuanto al número de víctimas mortales, pero sí han sido la causa de pérdidas económicas importantes y molestias a la población en los lugares donde se han producido. En todos los casos, el conocimiento preciso de la frecuencia y amplitud de estos fenómenos como los períodos en los que es probable que se den, así como sus efectos en cada región, es esencial para la planificación de las obras de infraestructura que permitan minimizar sus efectos.

## 27.4 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Entre las líneas de acción y las medidas a adoptar comunes a todos los fenómenos, cabe citar:

- Establecer en un plan integrado nacional para la reducción de desastres naturales que contenga las estimaciones más fiables y recientes sobre las variaciones de los parámetros climáticos de interés, e incorpore los sistemas de observación, predicción y alerta adecuados.
- Diseñar un sistema de información que permita adquirir, almacenar y actualizar datos sobre los distintos fenómenos atmosféricos en España para la realización de inventarios documentales de casos, recopilación de casos históricos, etc.
- Organizar un sistema permanente de vigilancia que permita el seguimiento sistemático de los fenómenos citados, con análisis de las causas y descripción detallada de los efectos, para mejorar el conocimiento sobre el origen, efecto y riesgos de ocurrencia de tales fenómenos.
- Estudiar las técnicas de determinación de los períodos de retorno de los desastres naturales de origen climático bajo las actuales condiciones climáticas, evaluando las tendencias a corto plazo (menos de cinco años), aplicando los resultados a las zonas geográficas con mayor riesgo teórico.
- Desarrollar sistemas predictivos que permitan evaluar daños de episodios de distinta intensidad que ayude en la preparación de medidas de respuesta ante casos futuros.
- Realizar un mapa detallado de riesgos de cada fenómeno, investigando y estudiando los lugares más afectados.
- Realizar un inventario de medidas estructurales y no estructurales, con evaluación de su relación beneficio-coste, para limitar los efectos perniciosos de los fenómenos climáticos.

Se definen además las siguientes líneas de acción adicionales:

- En el ámbito de los fenómenos atmosféricos:
  - ✧ Realizar estudios que, incorporando las consideraciones del impacto climático, lleven a la delimitación de las zonas inundables, la revisión de criterios hidrológicos del diseño en infraestructuras existentes y la aplicación de criterios de zonificación y restricción de determinados usos del suelo en zonas inundables.
- En el ámbito de los otros fenómenos relacionados con el clima:
  - ✧ Realizar el estudio de la geografía detallada del riesgo de sequías, identificando poblaciones con problemas endémicos de escasez de aguas y realizando un inventario con la selección de las cuencas más problemáticas desde el punto de vista de la erosión de sus suelos. Desarrollar un sistema de detección temprana de sequías que permita tomar medidas para mitigar sus efectos e impulsar planes de respuesta.
  - ✧ Estudiar detalladamente las condiciones climáticas suministradas por los escenarios en relación con los procesos de desertización y degradación del suelo fértil, teniendo especial atención a los cambios previstos en la precipitación (cantidad e intensidad) y la humedad del terreno.
  - ✧ Fomentar la recuperación de las zonas erosionadas y estabilización de las áreas potencialmente afectadas por la erosión.
  - ✧ Estudiar las zonas de riesgo de incendios forestales y los factores determinantes en cada zona, protegiendo la masa forestal frente a los incendios forestales.
  - ✧ Recuperar los suelos salinizados y fomentar las técnicas de lucha contra los riesgos de salinización.
  - ✧ Realizar un inventario de los colectores de nieve y áreas proclives a desestabilizarse y ge-

nerar desprendimientos y aludes, así como un inventario de las áreas de asentamiento humano o infraestructuras de interés general afectadas por el dinamismo de la fenomenología nival.



## Capítulo 7.- Establecer las bases institucionales

### *Desarrollo de la estructura e instrumentos administrativos y financieros para el cumplimiento del Protocolo de Kioto*

El 31 de mayo de 2002 la Comunidad Europea y sus quince Estados Miembros depositaron en la sede central de Naciones Unidas en Nueva York sus respectivos instrumentos de ratificación del Protocolo de Kioto a la Convención Marco sobre el Cambio Climático. La apuesta de la UE y los Estados que la integran en favor del Protocolo constituye un paso adelante en la respuesta multilateral al problema del cambio climático. En efecto, el carácter global de las causas y las consecuencias del cambio climático, subrayado reiteradamente por los científicos, hace necesaria una respuesta basada en la acción concertada de todos los países. Esta colaboración, en el caso concreto de la lucha frente al cambio climático, se ha materializado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto, dos acuerdos internacionales cuya negociación ha dado como resultado la fijación de objetivos comunes y reglas equitativas para lograrlos.

Si bien la Convención ya se encuentra en vigor y, por tanto, los compromisos asumidos son legalmente vinculantes para las Partes que, como España, lo han ratificado, en lo que respecta al Protocolo de Kioto la situación no es idéntica, en tanto que aún no ha entrado en vigor<sup>25</sup>. No obstante lo anterior, y hecha esta precisión jurídica, el que el Protocolo no haya entrado en vigor no puede ser impedimento, ni debe servir de justificación para no cumplir los compromisos que el Estado español adquirió cuando el Parlamento decidió, el 8 de mayo de 2002, ratificar el mencionado Protocolo y, paralelamente, cuando junto a esta responsabilidad individual también se ha asumido el compromiso colectivo como miembro de la Comunidad Europea.

### **28 LOS COMPROMISOS DE ESPAÑA ANTE EL PROTOCOLO DE KIOTO**

Una vez el Protocolo entre en vigor, corresponde contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los compromisos de España?,
- ¿Qué ventajas y dificultades tiene el cumplimiento?,
- ¿Quién tiene que cumplir?,
- ¿Cómo se evalúa el cumplimiento?,
- ¿Ante quién se responde del cumplimiento?,
- ¿Qué consecuencias tiene el incumplimiento?.

#### **28.1 ¿CUÁLES SON LOS COMPROMISOS?**

El principal compromiso asumido por España en el Protocolo de Kioto es el de limitar el crecimiento neto de las emisiones de gases de efecto invernadero de manera tal que durante el periodo 2008-12 sus emisiones de los seis gases de efecto invernadero afectados por el Protocolo medidas en CO<sub>2</sub> equivalente no supere en un 15% la cifra de emisiones del año 1990. Además, en el año 2005 los países con compromisos de reducción deberán demostrar los avances obtenidos para alcanzar dichos objetivos. Junto a éstos persisten los compromisos genéricos asumidos con la Convención, que incluyen compromisos adicionales en la obtención y remisión de información y se obliga a que el cumplimiento de las obligaciones y el uso de los mecanismos de flexibilidad tenga lugar de acuerdo con las formas y procedimientos establecidos.

Asimismo, como consecuencia del proceso negociador, España junto con la Comunidad Europea y los demás Estados Miembros, Canadá, Islandia, Noruega, Nueva Zelanda y Suiza, suscribió la declaración política por la que se comprometen a facilitar recursos destinados a países en desarrollo para financiar acciones de lucha contra el cambio climático y de adaptación a sus efectos por un importe de 450 millones de euros (410 millones de dólares USA) anuales a partir del año 2005, cifra revisable en el 2008. Se trata pues de un compromiso político que requiere, asimismo, remisión

<sup>25</sup> La entrada en vigor del Protocolo tendrá lugar transcurridos noventa días desde el momento en que se cumplan dos condiciones: la ratificación de, al menos, 55 Partes de la Convención; y que las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes al año 1990 de las Partes incluidas en el Anexo I de la Convención que ratifiquen el Protocolo equivalgan, al menos, al 55% del total de las emisiones de todas las Partes incluidas en dicho Anexo I (apartado 2.2.2, página 17).

periódica de información sobre la cantidad de recursos aportados.

## 28.2 ¿QUÉ VENTAJAS Y DIFICULTADES TIENE EL CUMPLIMIENTO?

El cumplimiento de los objetivos marcados en el Protocolo de Kioto permitirá que España contribuya de una manera justa y solidaria a mitigar los efectos adversos que el cambio climático genera en nuestros hábitat y patrones de vida. El control del crecimiento de las emisiones permitirá limitar los impactos negativos, directos e indirectos, que las emisiones de los gases afectados tienen sobre la salud humana. Pero además el cumplimiento del objetivo de limitación del crecimiento de las emisiones al 15% requerirá, entre otras cosas, un notable incremento de la eficiencia energética tanto en los procesos industriales como en el ámbito doméstico y el transporte, lo que necesariamente conducirá a un mayor ahorro en este tipo de consumos.

Por otra parte, también conviene destacar que el desafío que supone conciliar los objetivos de Kioto con el logro de la convergencia real en el marco de la UE no está exento de dificultades. Ello hace necesario que a la hora de adoptar medidas e instrumentos de lucha frente al cambio climático se tenga presente la exigencia de hacer compatibles estos dos objetivos: convergencia y Kioto.

La adopción de medidas limitadoras de las emisiones deberá apoyarse en inversiones en tecnologías más limpias y eficientes que, si bien a corto plazo conllevan un considerable esfuerzo inversor y la modificación de los hábitos de consumo actuales, a medio largo plazo conducirán a una mejor posición relativa de nuestro tejido industrial en términos de competitividad y eficacia tanto en posiciones de mercado como en términos de precio de productos finales.

## 28.3 ¿QUIÉN TIENE QUE CUMPLIR?

Es el Estado español en su conjunto quien tiene la responsabilidad moral y legal de cumplir en todos sus términos el Protocolo de Kioto. Por ello es del todo necesario tomar en consideración la distribución de competencias entre las distintas Administraciones Públicas dentro del ordenamiento constitucional y estatutario vigente.

Para un correcto cumplimiento de los compromisos adquiridos son condiciones básicas:

- Garantizar una coordinación adecuada entre las Administraciones Públicas, los agentes sociales y económicos.
- Es relevante asegurar que las Administraciones Públicas asuman y ejerzan en la forma más coordinada posible sus competencias.
- Es muy recomendable que las Comunidades Autónomas y los Ayuntamientos, dentro de sus respectivas competencias, impulsen y desarrollen planes, estrategias, iniciativas y programas tendentes a facilitar el cumplimiento de los objetivos del Protocolo de Kioto.

Para una adecuada utilización de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto es necesario establecer mecanismos de consulta y cooperación con las Comunidades Autónomas.

## 28.4 ¿CÓMO SE EVALÚA EL CUMPLIMIENTO?

El compromiso de limitación de las emisiones netas de España al 15% para el periodo 2008-12 se enmarca en el ejercicio por parte de la Comunidad Europea de la opción prevista en el Artículo 4 del Protocolo, que permite redistribuir la carga en el seno de organizaciones regionales de integración económica siempre que se cumpla el objetivo marcado inicialmente (reducción del 8% para toda el área comunitaria). A cada Estado, incluida España, se le exigirá el cumplimiento de la cifra resultante de este acuerdo, con independencia del posible cumplimiento conjunto gracias a la reducción del resto.

La valoración del cumplimiento tendrá en cuenta tanto el crecimiento de las emisiones como el descuento correspondiente a la absorción de gases consecuencia de la acción del hombre en los usos de la tierra y silvicultura y las unidades de emisión obtenidas a través del uso de los tres mecanismos de flexibilidad incluidos en el Protocolo (comercio de emisiones, desarrollo limpio y aplicación conjunta). Para poder proceder a este balance se hace necesario que todas y cada una de las unidades de emisión asignadas a las Partes así como las unidades de absorción por sumideros, y las unidades y los certificados de reducción de emisiones originados a través de los proyectos de aplicación conjunta y del mecanismo de desarrollo limpio estén individualizados y registrados. La determinación del cumplimiento consistirá en la comprobación de que el número de unidades (unidades asignadas inicialmente, certificados y unidades de reducción de emisiones y unidades de absorción) de que el Estado dispone al final del periodo no es inferior a las emisiones brutas computadas en el inventario nacional.

## 28.5 ¿ANTE QUIÉN RESPONDE DEL CUMPLIMIENTO?

España, como los demás países Parte, habrá de responder ante el Comité de Cumplimiento creado al amparo del Protocolo por el incumplimiento de cualquiera de sus obligaciones. En función de cuál sea la infracción, será una u otra sección del Comité la que entienda del asunto. El proceso

de verificación (y en su caso declaración de incumplimiento e imposición de sanción) es muy similar a los procesos judiciales nacionales. En todo caso, con carácter previo a esta instancia todas las Partes son revisadas por un equipo de expertos independiente que dictamina sobre el grado y características del cumplimiento o divergencia con los compromisos de información y limitación.

Pero España, al igual que los demás Estados miembros de la UE, responderá también ante las instituciones de la Comunidad. El hecho de que la Comunidad Europea sea Parte del Protocolo y, por tanto, deba responder también en caso de incumplimiento, hace que se pongan en marcha los mecanismos propios del derecho y las políticas de la Comunidad para garantizar que todos sus miembros cumplen los objetivos y normas adoptadas para hacer posible la reducción conjunta y evitar así una eventual sanción externa.

## 28.6 ¿QUÉ CONSECUENCIAS TIENE EL INCUMPLIMIENTO?

Las consecuencias que lleva aparejado el incumplimiento de la obligación de no superar un determinado nivel de emisiones son, esencialmente, cuatro: declaración de incumplimiento; imposición de una multa equivalente al 30% del exceso emitido que se ejecutará deduciéndola de la cantidad asignada para el siguiente periodo de compromiso; obligación de presentar y ejecutar, bajo la supervisión del Comité, un plan de acción de cumplimiento; y, suspensión de la posibilidad de comprar unidades de emisión en el mercado.

En el ámbito comunitario las consecuencias serán las propias de cualquier incumplimiento de una obligación de derecho comunitario, incluidas las previstas en el contexto de los procedimientos de infracción ante el Tribunal de Justicia.

## 29 SISTEMA NACIONAL DE CONTROL

Los Artículos 5, 7 y 8 del Protocolo de Kioto establecen las obligaciones de los Estados Parte del Anexo I (países desarrollados y economías en transición) relativas a las metodologías aplicables para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero y la elaboración de informes, así como las normas de revisión de dichos informes por parte de equipos internacionales de expertos independientes. La importancia de estos Artículos radica en que fijan los medios para determinar si las Partes están cumpliendo los compromisos adquiridos:

- si se estiman las emisiones de acuerdo con las directrices y metodologías acordadas;
- si las emisiones no superan el límite asumido;
- si las transacciones de certificados de emisión no violan las restricciones existentes;
- si se satisfacen debidamente las obligaciones respecto a los países en desarrollo.

El papel destacado de las metodologías para determinar las emisiones y de los sistemas de información y revisión se pone también de manifiesto por el hecho de que su debida observancia constituya lo que en el ámbito del Protocolo se conoce como requisito de elegibilidad. Este término se refiere a las condiciones que un Estado Parte debe satisfacer para tener el derecho de participar en los mecanismos de flexibilidad: comercio de emisiones, Mecanismo de Desarrollo Limpio, y Aplicación Conjunta. Con relación a los Artículos 5 y 7, son requisitos de elegibilidad:

- Poner en funcionamiento y mantener, de acuerdo con las reglas establecidas, un Sistema Nacional (SN) para la estimación de las emisiones y absorciones antropogénicas de gases de efecto invernadero (Artículo 5.1).
- Poner en funcionamiento y mantener, de acuerdo con las reglas establecidas, un Registro Nacional (RN) en el que se detallará la contabilidad de los diferentes tipos de certificados de emisión (Artículo 7.4).
- Elaborar y remitir anualmente a la Secretaría de la Convención el Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con las directrices y metodologías establecidas en el Artículo 5.2.
- Elaborar y remitir anualmente a la Secretaría de la Convención toda la información adicional al inventario referida en el Artículo 7.1, entre ella, la absorción de carbono por los sumideros, las transacciones de certificados de emisión, los cambios en el SN de estimación de las emisiones y los cambios en el RN.

Finalmente, la elaboración de inventarios de emisiones fiables y consistentes a lo largo de la serie histórica es un elemento fundamental en el seguimiento de la causa del fenómeno que nos ocupa. Así mismo, la disponibilidad de información detallada y precisa sobre todos los aspectos relacionados con el cambio climático facilitará el diseño y la evaluación de las medidas destinadas a reducir las emisiones, el desarrollo de programas de adaptación, o el análisis de la cooperación con países en desarrollo en materia de cambio climático.

### 29.1 OBJETIVOS

De acuerdo con los argumentos que se acaban de exponer, el objetivo principal de la Estrategia en este contexto sería poner en marcha los dispositivos necesarios para evaluar el cumplimen-

to del Protocolo, es decir, un sistema nacional de control o seguimiento de los compromisos adquiridos. Al mismo tiempo, dichos dispositivos deberán ajustarse a las normas acordadas internacionalmente, de manera que se satisfagan los requisitos de elegibilidad y España pueda hacer uso de los mecanismos de flexibilidad.

Los dos elementos principales del sistema nacional de control son el SN para estimar las emisiones y el RN. En último término, una vez concluido el primer periodo de compromiso (2008-12), la comparación entre las emisiones determinadas mediante el SN de seguimiento de las emisiones y los certificados de emisión disponibles en el RN determinará si se ha cumplido con el límite de emisión asumido.

El Artículo 5.1 del Protocolo establece que cada Parte del Anexo I debe disponer con al menos un año de antelación al comienzo del primer periodo de compromiso, es decir, antes del año 2007 -o un año después de la entrada en vigor del Protocolo, la fecha que sea más tardía-, de un SN para la estimación de las emisiones y absorciones de origen antrópico de los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.

Por otro lado, el Artículo 7.4 (Decisión 19/CP.7 sobre Modalidades para la contabilidad de la cantidad asignada), establece que cada Parte debe disponer de un RN donde se realice la contabilidad de los certificados de emisión asignados a la Parte y las transacciones realizadas. En el marco del Protocolo, la fecha límite para la implementación del RN es la ya indicada para el SN. Ahora bien, la eventual entrada en vigor de la Directiva Comunitaria sobre un mercado de emisiones requeriría poner en marcha el RN con suficiente antelación a la apertura del mercado comunitario: 1 de enero de 2005.

El sistema de control se completaría con otros mecanismos necesarios para garantizar la debida elaboración de los informes establecidos en el Protocolo. Así, cada Parte Anexo I debe remitir al Secretariado el Inventario de emisiones y absorciones y la Comunicación Nacional. El Inventario, de periodicidad anual, también incluirá la información adicional pertinente. En cuanto a la Comunicación Nacional, se remitirá con una periodicidad de tres o cinco años, sin que esté todavía fijada.

## 29.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Ya se ha indicado que los principales instrumentos o medidas necesarios para establecer un sistema nacional de control y seguimiento de los compromisos adquiridos en el Protocolo son el SN y el RN. Seguidamente se apuntan sus características principales.

### 29.2.1 Sistema Nacional

El SN incluye todas las instituciones y arreglos legales y de procedimiento de una Parte Anexo I necesarios para estimar las emisiones y absorciones de origen antrópico de los gases de efecto invernadero regulados por el Protocolo, y para difundir y archivar la información de los inventarios. Es garante de la transparencia, consistencia, comparabilidad, completitud y exactitud de los inventarios de emisiones.

Las directrices para el SN -incluidas en la propuesta de Decisión del anexo a la Decisión 20/CP.7 (Artículo 5.1)- establecen funciones generales y específicas. Las funciones generales son asegurar el cumplimiento de sus objetivos a través de la coordinación de instituciones y arreglos legales y de procedimiento necesarios. Entre las específicas se encuentran la planificación, preparación y gestión de los Inventarios. Entre estas funciones cabe destacar las siguientes.

- En la planificación de los Inventarios:
  - ✧ Designar una entidad nacional única que asumirá la responsabilidad general del Inventario nacional.
  - ✧ Definir y asignar responsabilidades concretas en el proceso de elaboración del Inventario, incluidas las relacionadas con servicios estadísticos y otras entidades.
  - ✧ Elaborar un plan de Garantía de Calidad y Control de Calidad del Inventario.
  - ✧ Establecer procesos para el examen y aprobación oficiales del Inventario.
- En la preparación de los Inventarios:
  - ✧ Realizar los cálculos de conformidad con los métodos descritos en las directrices del IPCC.
  - ✧ Recopilar suficientes datos de actividad, información sobre procedimientos y factores de emisión.
  - ✧ Cuantificar la incertidumbre de cada categoría del Inventario.
- En la gestión los Inventarios:
  - ✧ Archivar la información utilizada para los Inventarios, incluyendo también la documentación interna utilizada.
  - ✧ Facilitar el acceso de los equipos examinadores a toda la información utilizada para preparar los Inventarios.
  - ✧ Responder oportunamente a las solicitudes de aclaración de la información sobre los In-

ventarios y sobre el SN.

El SN se revisará para evaluar su adecuación a los requisitos del Protocolo. Antes del comienzo del periodo de compromiso, se realizará una revisión en profundidad, y después cada vez que se modifique sustancialmente.

### 29.2.2 Registro Nacional

Básicamente, el RN es una base de datos electrónica en la que deben constar todas las cuentas existentes y el contenido de las mismas, es decir, el número de unidades correspondientes a cada tipo de crédito de emisión. En el RN encontraremos cuentas del tipo:

- Una o varias cuentas de haberes de la Parte.
- Cuentas de haberes de las personas jurídicas autorizadas por la Parte.
- Cuentas de cancelación para cada período de compromiso a fin de cancelar certificados de emisión de conformidad con las reglas establecidas.
- Una cuenta de retirada para cada período de compromiso.

A cada cuenta de un RN se le asignará un identificador que constará del código de identificación de la Parte y de un número exclusivo. Por otro lado, en cada cuenta podrán aparecer los certificados de emisión:

- Unidad de cantidad atribuida (UCA), que procede de las unidades de emisión inicialmente asignadas a cada Estado Parte.
- Reducción certificada de emisiones (RCE), que procede de un proyecto de MDL.
- Unidad de reducción de emisiones (URE), que procede de un proyecto de AC.
- Unidad de absorción (UDA), unidad generada al verificarse la absorción por sumideros.

A su vez estos certificados de emisión estarán identificados mediante un número de serie único, que codificará la siguiente información: tipo de crédito, periodo de compromiso, Parte que lo emitió, el proyecto MDL o AC que lo generó, y el resto de información relevante.

Las transacciones entre Partes o entidades autorizadas se efectuarán a través de estos RN, que registrarán de forma inmediata y automatizada los cambios producidos en las cuentas correspondientes.

El RN será revisado para evaluar su adecuación a los requisitos del Protocolo. Dentro de la revisión a la Parte antes del comienzo del periodo de compromiso, el RN se revisará en profundidad. Después se revisará cada vez que se modifique sustancialmente. Por último, cabe señalar que cada RN deberá poner a disposición del público la información no confidencial, ofreciendo un interfaz públicamente accesible mediante Internet que permita a los interesados consultar y ver la información en tiempo real de todas las cuentas.

## 30 MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD

El Protocolo de Kioto establece tres mecanismos de flexibilidad: el comercio de emisiones, el mecanismo de la Aplicación Conjunta, y el Mecanismo de Desarrollo Limpio. En cualquier caso, estos mecanismos son un instrumento de carácter suplementario, primando siempre las medidas internas que constituyen la base fundamental del cumplimiento de los compromisos bajo el Protocolo de Kioto. Con carácter general, los tres mecanismos pretenden facilitar a los Países del Anexo I de la Convención (países desarrollados) la consecución de sus objetivos de reducción y limitación de emisiones de gases de efecto invernadero. Con carácter específico, los dos últimos persiguen, además, promocionar la financiación de proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo, o en transición hacia economías de mercado.

Estos tres mecanismos permiten que los países que consideren particularmente oneroso reducir las emisiones en su propio país pueden optar por pagar un precio más económico para reducir las emisiones en otros. De este modo, se consigue la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de la manera más eficiente desde el punto de vista económico.

Los Acuerdos de Marrakech, base jurídica donde se regulan los principios y reglas de funcionamiento de los mecanismos, afirman que la aplicación de los mismos será suplementaria a las medidas nacionales y que, por tanto, las medidas internas constituirán una parte importante del esfuerzo que realice el Estado para cumplir sus compromisos cuantificados de limitación de emisiones; aunque no imponen un límite cuantitativo a la utilización de los mismos. A tal efecto, y dada la trayectoria de aumento de emisiones en España, debe recordarse que los mecanismos, en ningún caso, debieran anteponerse a las medidas internas para cumplir los compromisos en el marco del Protocolo.

Los Acuerdos de Marrakech también reconocen que el Protocolo de Kioto no ha creado ningún tipo de derecho o título de emisión, y señalan la necesidad de que las Partes del Anexo I adopten medidas internas para reducir las emisiones de manera concurrente con el crecimiento de la rique-

za de los países en desarrollo y el éxito de los objetivos de la Convención.

Las Partes del Anexo I deberán informar, a través de sus Comunicaciones Nacionales, de cómo emplean los mecanismos, demostrando que son un instrumento de carácter suplementario.

El empleo de los mecanismos de flexibilidad por las Partes del Anexo I requiere la correspondiente ratificación del Protocolo de Kioto por las mismas, así como el cumplimiento de las obligaciones metodológicas y de información por él establecidas. Las cuestiones relacionadas con la elegibilidad de una Parte serán examinadas por la sección coercitiva del Comité de Cumplimiento, mediante un procedimiento sumario.

### 30.1 MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

El Mecanismo de Desarrollo Limpio, definido en el Artículo 12 del Protocolo, tiene un doble objetivo: ayudar a las Partes Anexo I a cumplir con sus compromisos cuantificados de reducción; y lograr el desarrollo sostenible de las Partes no incluidas en el Anexo I (países en desarrollo), a la vez que se contribuye al objetivo último de la Convención.

Este mecanismo ofrece a los Gobiernos y a empresas privadas de países desarrollados nuevas vías para transferir tecnologías limpias y promover el desarrollo sostenible en países en desarrollo mediante inversiones en proyectos de reducción de emisiones o de fijación de carbono, recibiendo a cambio, certificados en forma de unidades de RCE, que podrán contabilizar como suplemento a sus reducciones internas.

El MDL está regido por las Partes del Protocolo a través de la Junta Ejecutiva (JE) del MDL, y las reducciones serán verificadas y certificadas por entidades operacionales independientes. Para obtener la certificación de los certificados, todas las partes interesadas (Parte Anexo I y Parte no anexo I) deberán ponerse de acuerdo; demostrar una reducción real, mensurable y prolongada en el tiempo de emisiones o secuestro de carbono; y considerar especialmente el requisito de adicionalidad ambiental del proyecto, es decir, cuando la reducción de las emisiones antropogénicas de GEI por las fuentes es superior a la que se produciría de no realizarse las actividades del proyecto registrado. La participación en los proyectos requiere la autorización previa de los participantes en el mismo. Ésta puede ser facilitada por la autoridad nacional designada, siendo éste el primer paso a cumplimentar dentro del ciclo del proyecto<sup>26</sup>.

Este mecanismo merece una especial consideración dado el interés que tiene tanto para contribuir a reducir emisiones futuras en los países en desarrollo como para potenciar nuestra capacidad de transferencia de tecnologías limpias.

### 30.2 APLICACIÓN CONJUNTA

El mecanismo de Aplicación Conjunta, regulado en el Artículo 6 del Protocolo, permite que un país desarrollado invierta en otro país desarrollado para la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones antropogénicas por las fuentes o incrementar la absorción por los sumideros. El receptor debe descontar de su cuenta las unidades de emisión que recibe el inversor.

<sup>26</sup> Seis son las fases principales del ciclo del proyecto: acreditación y designación de la Entidad Operacional (EO) por la JE del MDL y la CdP/RdP; Documento Diseño del Proyecto (DDP), elaborado por los participantes en el mismo; validación del proyecto por la EO, y registro por la JE del MDL; medición y seguimiento de las emisiones por el participante del proyecto; verificación y certificación de los certificados por la EO; y expedición de REC por la JE del MDL.

El Documento Diseño del Proyecto consta de los siguientes apartados: descripción del proyecto; descripción de la adicionalidad medioambiental; asesoramiento de la sostenibilidad económica impactos medioambientales y sociales del proyecto; comentarios de los grupos de interés sobre el proyecto; plan de desarrollo; período de acreditación; y descripción de la metodología empleada y cálculo de la reducción de emisiones.

También se proporcionará la información sobre las fuentes públicas de financiación de las Partes del Anexo I que probarán que dichas fuentes no resultan de una desviación de la AOD y serán independientes y no contarán a efectos de cumplir con las obligaciones financieras de las Partes incluidas en el Anexo II.

Los participantes presentarán el DDP a una EO, la cual decidirá validar o no el documento. En caso positivo, la EO acudirá a la JE-MDL para su registro formal, que tendrá lugar en el plazo máximo de 8 semanas después de su solicitud, a no ser que un participante en el proyecto o al menos tres miembros de la JE-MDL exijan la oportuna revisión.

Una vez que el proyecto ha sido registrado, los participantes deberán desarrollar el mismo, indicando de manera clara el número RCE que esperan obtener, siendo esto verificado por la EO correspondiente. Si el desarrollo de las circunstancias se ajusta a las directrices de la JE-MDL, la EO certificará las RCE como legítimas, solicitando que sean expedidas por la JE-MDL, a no ser que un participante en el proyecto o al menos tres miembros de la JE-MDL exijan la oportuna revisión en el plazo de 15 días.

Los proyectos MDL son objeto de gravamen impositivo del 2% del valor total de los RCE emitidos destinado al Fondo de Adaptación, así como de un porcentaje todavía por decidir para cubrir los costes administrativos.

El país inversor obtiene certificados para reducir emisiones a un precio menor del que le habría costado en su ámbito nacional, y el país receptor de la inversión recibe inversiones extranjeras y tecnologías adelantadas e inocuas para el medio ambiente. No sólo los Gobiernos, sino también las empresas y otras organizaciones privadas, pueden participar directamente en estos proyectos. Estos proyectos podrán entrar en funcionamiento desde el año 2000, sin embargo los correspondientes certificados o derechos no serán emitidos hasta el año 2008.

El objetivo de los proyectos de AC será la reducción de emisiones, prestando especial atención al requisito de la adicionalidad ambiental del proyecto. El desarrollo del proyecto es de carácter voluntario, y requiere la autorización previa de los participantes, pudiendo ser facilitada por la autoridad nacional designada.

Dependiendo de la situación en la que se encuentre el país receptor del proyecto respecto al cumplimiento de las obligaciones metodológicas y de información que impone el Protocolo, la gestión y el desarrollo del mencionado proyecto puede tener características diferentes:

- Si el país anfitrión cumple plenamente los requisitos, podrá someter el proyecto a su regulación propia, emitir las URE y transferirlas al país inversor. En cambio, si el país anfitrión no cumple plenamente los requisitos, los URE generados serán verificados por el Comité de Supervisión (CS) del Artículo 6 del Protocolo. Este Comité todavía no existe y será creado por la CdP/RdP en su primera reunión.
- En el segundo caso, los inversores prepararán un Documento Diseño del Proyecto (DDP) similar al del MDL, que será evaluado por una organización independiente, conocida como Entidad Independiente (EI), acreditada por el CS. Existe la posibilidad de que en el plazo de 45 días, uno de los participantes en el proyecto -o al menos 3 miembros del CS-, requieran la revisión del proyecto. Si la ejecución del proyecto prosigue por los canales establecidos, los participantes entregarán un informe del proyecto a la EI designada, indicando de manera estimativa la reducción de emisiones o el secuestro de carbono generado por el proyecto. La EI revisará el informe y determinará el número de URE que deben ser expedidas por el país receptor.

A no ser que alguno de los participantes, o como mínimo 3 miembros del CS, soliciten la revisión de la expedición provisional de URE, éstos serán validados en el plazo de 15 días. Tras esta validación, el país anfitrión podrá transferir formalmente el correspondiente número de URE expedidas.

### 30.3 COMERCIO DE EMISIONES

La justificación económica fundamental de un régimen de comercio de derechos de emisión es velar porque las reducciones de emisiones necesarias para lograr unos resultados ambientales determinados previamente, se produzcan allí donde el coste de la reducción sea más bajo. El comercio de derechos de emisión permite a entidades concretas emitir más de lo previsto por cualquier permiso inicial que hayan recibido, a condición de que puedan encontrar a otra entidad que haya emitido menos de lo permitido y esté dispuesta a transferir los derechos de emisión ahorrados. El resultado ambiental global sería como si ambas entidades utilizaran exactamente sus derechos de emisión; pero con la diferencia importante de que tanto las entidades compradoras como las vendedoras se beneficiarían de la flexibilidad brindada por el comercio, sin dañar al medio ambiente.

El comercio de derechos de emisión no reduce por sí mismo las emisiones. Las ventajas ambientales de instrumentos como el comercio de emisiones se deben a la severidad de la cuota total de derechos de emisión asignados, que representa el límite global de emisiones autorizadas por el régimen

#### 30.3.1 Comercio de emisiones regulado por el Protocolo de Kioto

El uso de este mecanismo, contemplado en el Artículo 17, permite a las Partes Anexo I adquirir certificados de otras Partes Anexo I, para alcanzar de forma eficiente -desde el punto de vista económico- los compromisos adquiridos con el Protocolo. De esta manera, los que reduzcan sus emisiones más de lo comprometido podrán vender los certificados de emisiones excedentarios a los países que consideren más difícil o más oneroso satisfacer sus objetivos.

La utilización de este mecanismo permite reducir los costes de oportunidad para las Partes, así como el coste económico de las medidas adoptadas para luchar contra el cambio climático. De tal forma que las Partes pertenecientes al Anexo I podrán intercambiar en el mercado los distintos tipos de unidades, es decir, UCA -cantidades asignadas inicialmente a cada Parte-, URE -fruto de proyectos de Aplicación Conjunta-, RCE -generadas por proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio-, y UDA -procedentes de actividades en sumideros-.

Para evitar que las Partes vendan en exceso los diferentes tipos de unidades y se vean imposibilitados a cumplir los compromisos de reducción, cada una de las Partes del Anexo I tiene la obligación de mantener un nivel mínimo de unidades de emisión que quedan excluidas del comercio de emisiones, y es conocido por el nombre Reserva del Período de Compromiso (RPC). Si alguna de las

Partes incumple este requisito, se le prohibirá vender unidades hasta que restaure los niveles exigidos en un plazo de 30 días.

### 30.3.2 Comercio de emisiones en la Unión Europea

En marzo del 2000 la Comisión adoptó un Libro Verde sobre el comercio de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la UE -COM (2000) 087, de 8 de marzo- que abrió el debate sobre la conveniencia y posible funcionamiento de un comercio de emisiones dentro de la UE. Sobre la base de los trabajos del Libro Verde, la Comisión presentó en el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de octubre de 2001 la propuesta de Directiva sobre el comercio de derechos de emisión de GEI, con el fin de establecer un marco comunitario para dicho comercio.

La Directiva, que fue adoptada el 22 de julio de 2003 y cuya eventual entrada en vigor será el 1 de enero de 2005, es un instrumento de política ambiental que persigue los siguientes objetivos:

- Ayudar a cumplir con las obligaciones derivadas de la Convención y del Protocolo de Kioto.
- Disminuir los costes de reducción de emisiones.
- Garantizar el buen funcionamiento del mercado interior y la prevención de la distorsión de la competencia que podría derivarse del establecimiento de regímenes nacionales separados.
- Adquirir experiencia del funcionamiento del comercio de emisiones antes del año 2008, en el que entrará en funcionamiento el mecanismo del comercio de emisiones internacional previsto en el Artículo 17 del Protocolo de Kioto.

La Directiva contempla una fase piloto para el período 2005-07 y otra fase para el período 2008-12, y cubre sectores y empresas responsables de un porcentaje estimado entre el 45% y el 50% de las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes al año 2001 en España.

#### 30.3.2.1 Plan Nacional de Asignación

El Estado Español, al igual que el resto de los Estados Miembros de la Unión Europea, es responsable de la elaboración de un Plan Nacional de Asignación, antes del 31 de marzo de 2004, para el período 2005-07. El Plan, que determinará la cantidad total de derechos de emisión que se prevé asignar para el período, deberá ser compatible con el compromiso de alcanzar el objetivo de España de no superar el 15% de las emisiones de 1990 de conformidad con la Decisión 2002/358/CE y el Protocolo de Kioto. El Plan se basará en criterios objetivos y transparentes, incluidos los del Anexo III de la Directiva 2003/87/CE, teniendo debidamente en cuenta las observaciones del público.

La cantidad total de derechos de emisión que se asignarán será coherente con las evaluaciones del progreso real y previsto hacia el cumplimiento del objetivo del Protocolo de Kioto, teniendo en cuenta el porcentaje de las emisiones globales que representan dichos derechos en comparación con las emisiones de fuentes no contempladas en la Directiva, de manera que, tanto unos como otros sectores, contribuyan corresponsablemente a dicho cumplimiento.

En el marco de sus competencias, y dada la importancia que tiene el Plan Nacional de Asignación en el ámbito de las políticas y medidas de lucha frente al cambio climático, el Consejo Nacional del Clima deberá formular propuestas y recomendaciones durante su proceso de elaboración.

En la elaboración del Plan Nacional de Asignación se asegurará la participación pública y la consulta de los agentes sociales y económicos. Asimismo, tal como indica la Directiva 2003/87/CE, el Plan deberá informar sobre los procedimientos gracias a los cuales se tendrán debidamente en cuenta las observaciones por parte del público al Plan Nacional de Asignación, antes de tomar una decisión sobre la asignación de derechos de emisión.

## 30.4 OBJETIVOS

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el objetivo de la Estrategia en este ámbito ha de ser el facilitar un uso eficiente y riguroso de los mecanismos en España, con la doble finalidad de lograr los siguientes:

- Objetivos generales:
  - ✧ Aprovechar la oportunidad que ofrecen los mecanismos para ayudarnos a alcanzar nuestro compromiso de limitación de emisiones de la manera más eficaz en cuanto a costes.
  - ✧ Contribuir al desarrollo sostenible de los países en desarrollo, impulsando la transferencia de tecnologías limpias y las inversiones en proyectos ambientales en el marco de sus estrategias nacionales sobre el cambio climático.
  - ✧ Garantizar que su utilización repercuta de manera efectiva en la reducción de emisiones.
- Objetivos específicos:
  - ✧ Identificar la infraestructura administrativa necesaria para la puesta en marcha del sistema y el cumplimiento de los requisitos exigidos por el Protocolo de Kioto a las Partes para acceder a los mecanismos, requisitos que se resumen principalmente en:

- ⇒ ratificar el Protocolo;
- ⇒ cumplir con las obligaciones relativas a las metodologías aplicables para determinar las emisiones de GEI y con los sistemas de información y revisión de dichos informes;
- ⇒ establecer un RN donde se realice la contabilidad de los certificados de emisión asignados a la Parte y las transferencias y cancelaciones realizadas.
- ◇ Reforzar o crear la capacidad administrativa necesaria en España para la gestión y canalización de los mecanismos, coordinando a los distintos Departamentos Ministeriales implicados en la gestión de estos mecanismos y a las Comunidades Autónomas competentes.
- ◇ Potenciar la utilización de los órganos administrativos en el exterior (Embajadas, Oficinas Comerciales, Oficinas Técnicas de Cooperación, etc.) para facilitar el dialogo con los países receptores de los proyectos.
- ◇ Potenciar la capacidad negociadora de España, permitiendo una participación activa en las negociaciones sobre esta materia, tanto en el foro internacional, como en el comunitario, para una próxima y efectiva puesta en marcha de los mecanismos de flexibilidad; objetivo especialmente relevante si se tiene en cuenta lo novedoso y complejo que resultan los sistemas que se establecen, y que las normativas que recogen el funcionamiento de estos tres mecanismos no están cerradas en todos sus puntos
- ◇ Involucrar al sector empresarial español en la utilización de los mecanismos de flexibilidad con el fin de:
  - ⇒ potenciar la transferencia de tecnologías limpias e inversiones del sector privado español en el campo de cambio climático;
  - ⇒ apoyar el desarrollo de nuevos proyectos;
  - ⇒ facilitar el reconocimiento de los mismos como proyectos de MDL e AC. En esta línea jugará un papel importante el impulsar los Convenios de colaboración con los países en desarrollo para el reconocimiento de certificados.
- ◇ Fomentar la participación de todos los agentes implicados, a través de la divulgación de resultados, la transparencia y los procesos de información pública en la puesta en marcha de los mecanismos en España, involucrando a organizaciones no gubernamentales y al público en general.
- ◇ Promover el control de calidad y la integridad ambiental de los proyectos, de forma que se garanticen los objetivos fijados por el Protocolo de Kioto para la utilización de los mecanismos.

### 30.5 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

A tal efecto, para el logro de dichos objetivos se considera necesario la utilización e implementación de las siguientes medidas e instrumentos:

- Crear o reforzar las unidades administrativas adecuadas, dotándolas de técnicos especialistas y equipos multidisciplinares, para impulsar la coordinación y el trabajo conjunto que precisa la implantación de los mecanismos de flexibilidad en España.
- Designar las autoridades nacionales competentes, que son requerimiento necesario para la tramitación y el desarrollo de los proyectos del MDL e AC, como para el comercio de emisiones.
- Identificar la estructura administrativa básica necesaria para poner en marcha la fase piloto española de los mecanismos de proyectos bajo el Protocolo de Kioto.
- Definir el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de tal manera que, tanto los sectores incluidos en la Directiva como los no incluidos, contribuyan corresponsablemente al cumplimiento del objetivo fijado por el Protocolo de Kioto; es decir, se les exija esfuerzos similares a todos los sectores conforme a sus respectivas capacidades.
- Establecer y mantener un RN.
- Fomentar de la coordinación institucional en aras a involucrar a todas las Administraciones Públicas que se encuentran inmersas en el estudio o tramitación de acuerdos o proyectos que se podrían enmarcar en los mecanismos del Protocolo, especialmente en los MDL e AC.
- Estudiar la oportunidad de crear un órgano ad hoc para canalizar, promover e impulsar las distintas iniciativas españolas en este campo.
- Favorecer que los proyectos en países en desarrollo que cumplan los requisitos puedan ser registrados como proyectos MDL o AC.
- Establecimiento de Convenios con países en desarrollo, especialmente de nuestro ámbito cultural, para el reconocimiento de proyectos que transfieran tecnología adecuada y actualizada que ayude a prevenir los efectos sociales y ambientales adversos locales, y para el reconocimiento de los certificados que se obtengan con el desarrollo de estos proyectos.

- Elaboración de una Guía o Metodología para la utilización del MDL e AC. Este documento sería una guía práctica que estudie todos los pasos que hay que cumplimentar para el registro de un proyecto, facilitando así el desarrollo de los proyectos a futuros inversores. En la guía se identificarían los distintos actores que participan en el ciclo completo de los proyectos AC y MDL: promotor, país anfitrión, organismo de la Administración y entidades operacionales, así como sus distintas responsabilidades.
- Articular vías y/o mecanismos de participación que involucren a los agentes sociales y económicos, garantizando la transparencia y publicidad en todas las fases del diseño y ejecución de los mecanismos.
- Propiciar el intercambio de planteamientos, experiencias, materiales entre asociaciones interesadas en este campo.
- Promover la realización de acciones divulgativas mediante la elaboración de folletos y creando una página web para la adecuada difusión de toda la información sobre los mecanismos flexibles.
- Impulsar planes de investigación y desarrollo en este campo, mediante la colaboración con centros universitarios y de investigación nacionales e internacionales, fomentando los convenios de colaboración entre Administración, Universidades y centros e instituciones de investigación.

### 31 COLABORACIÓN CON PAÍSES EN DESARROLLO

El cambio climático no es solamente una de las amenazas al medio ambiente global más relevante de nuestra época. Constituye también un problema de desarrollo, en la medida en que los efectos adversos del mismo se hacen sentir de manera especial en los países más pobres con economías basadas en el sector primario. Con carácter general son los países en desarrollo quienes cuentan con una población más vulnerable y menor capacidad de adaptación y, en consecuencia, quienes sufrirán en mayor medida las consecuencias del cambio climático a pesar de haber contribuido mucho menos a la aparición del problema.

Por otro lado, los países en desarrollo tienen legítimas aspiraciones de desarrollo de sus economías, lo que se traduce, necesariamente, en un incremento de la industrialización y el consumo energético. Resulta por ello necesario promover patrones de crecimiento sostenible, en los que las políticas energética e industrial tengan presente las opciones más adecuadas para la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Consciente de ello, la Convención reconoce como principios básicos de funcionamiento el derecho al desarrollo sostenible de las Partes y las responsabilidades comunes pero diferenciadas que éstas tienen. Afirma, asimismo, que las Partes deberían cooperar en la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio que condujera al crecimiento y desarrollo económico de todas ellas, especialmente las que son países en desarrollo, permitiéndoles de ese modo hacer frente en mejor forma a los problemas del cambio climático. Estos mismos principios son recogidos y desarrollados en el Protocolo de Kioto en el que, de nuevo, aparecen mencionadas obligaciones específicas de los países desarrollados junto con un mecanismo expresamente destinado a favorecer un determinado modelo de desarrollo a través de las inversiones que realicen países desarrollados en países en desarrollo y una referencia explícita a la cooperación científica que permita el establecimiento y mantenimiento de sistemas de observación sistemática del clima y programas de investigación en países en desarrollo.

En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deben proporcionar recursos financieros nuevos y adicionales para cubrir los gastos que efectúen las partes en desarrollo en cumplimiento de sus obligaciones de remisión de información y adoptar todas las medidas posibles para promover, facilitar y financiar la transferencia de tecnología y el acceso a conocimientos sólidos desde un punto de vista ambiental. El cumplimiento de este compromiso financiero, teniendo en cuenta que las prioridades esenciales han de ser el desarrollo económico y social y la erradicación de la pobreza, es condición necesaria para que las Partes que son países en desarrollo cumplan con sus obligaciones en el contexto de la Convención.

El mecanismo financiero al que se encomendó la gestión de los fondos que los Países desarrollados aportaran para estos fines –sin que ello supusiera la exclusión de otros cauces de colaboración financiera- es el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). A ello hay que añadir que, en el contexto de las negociaciones internacionales para facilitar la ratificación del Protocolo de Kioto, se decidió:

- Por un lado la creación de tres fondos nuevos, cuya gestión también se encomienda al FMAM: el Fondo para Países Menos Desarrollados, el Especial de Cambio Climático y, asociado al Protocolo y su entrada en vigor, el Fondo de Adaptación del Protocolo de Kioto.
- Por otro, la asunción de un compromiso político cuantificado por parte de algunos países desarrollados. En virtud de dicho compromiso, la Comunidad Europea y sus Estados Miembros

junto con Noruega, Islandia, Canadá, Nueva Zelanda y Suiza se comprometen a aportar 410 millones de dólares USA anuales a partir del año 2005 destinados a financiar acciones en países en desarrollo.

El análisis de la información disponible sobre la cooperación española permite cuantificar la ayuda oficial al desarrollo (AOD) de España cuya finalidad –principal o secundaria- es calificada como relevante a los efectos de la Convención con arreglo a los datos del Comité de Ayuda al Desarrollo de la OCDE en 11,56 millones de dólares USA durante el año 1999 y 24,81 millones de dólares USA en el año 2000.

### 31.1 OBJETIVOS

De acuerdo con lo expuesto anteriormente el principal objetivo que se ha de marcar esta Estrategia ha de ser el de mejorar la posición cualitativa y cuantitativa de las acciones propias de cambio climático en las políticas de cooperación al desarrollo de España.

El elemento de partida que ha de estar presente a este respecto es el hecho de que la cooperación española cuenta entre sus prioridades con la lucha contra la extrema pobreza y el fomento del desarrollo sostenible. La relación existente entre cambio climático y los objetivos ya establecidos no está, hoy por hoy, suficientemente reflejada en las estrategias de cooperación y desarrollo –tanto de los países donantes, incluida España, como de los países receptores-. La presencia de objetivos de lucha contra el cambio climático y de medidas destinadas a favorecer la adaptación de los países destinatarios a los efectos adversos que éste produce constituye un elemento esencial para la garantía de un desarrollo sostenible que permita mejorar las condiciones que han hecho posible la persistencia de bolsas de extrema pobreza.

Por ello, el diseño de las políticas de cooperación para los años futuros debe tener en cuenta los objetivos propios de cambio climático como un elemento necesario más en la búsqueda de la coherencia en los procesos de apoyo al desarrollo sostenible y a la eliminación de la extrema pobreza en las áreas geográficas consideradas prioritarias para la cooperación española.

### 31.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

- Incrementar las contribuciones financieras de España a cambio climático. De acuerdo con los compromisos políticos adquiridos por España en los foros de desarrollo celebrados durante el año 2002 en Monterrey y Barcelona, España ha de incrementar sus contribuciones financieras a países en desarrollo. Parte de este incremento puede ser destinado a financiar acciones de lucha contra el cambio climático, a la adaptación a los efectos adversos del mismo y al desarrollo de capacidades en países en desarrollo. Este incremento puede verse reflejado en aportaciones adicionales a la cooperación bilateral y multilateral existente, en aportaciones al FMAM o a cualquiera de los tres nuevos fondos o, como opción añadida, al fomento de inversiones privadas en países en desarrollo coherentes con los objetivos y requisitos propios del Convenio y el Protocolo.
- Integrar los objetivos de cambio climático en el diseño y aplicación de las principales líneas de cooperación española. La incidencia del cambio climático en la lucha contra la pobreza hace conveniente favorecer al máximo la coherencia interna entre los objetivos de lucha contra las causas del cambio climático y adaptación a sus efectos con las políticas de cooperación cuyos elementos esenciales sean comercio, desarrollo rural, seguridad alimentaria, energía, transporte, biodiversidad, agua y programas sociales. Así, por ejemplo, es posible:
  - ✧ Apoyar las acciones de adaptación al cambio climático en las estrategias de desarrollo de los países receptores. El apoyo que España ofrece al diseño de estrategias y planes de desarrollo sostenible ha de tener presente la necesidad de programar la vulnerabilidad así como la progresiva adaptación a los efectos del cambio climático de las poblaciones y hábitats de los países anfitriones.
  - ✧ Apoyar campañas de concienciación y divulgación de los efectos del cambio climático sobre el medio natural y su repercusión sobre la sociedad.
  - ✧ Apoyar modelos de desarrollo que limiten el crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Sectores clásicos de inversión de AOD como energía, transportes o desarrollo industrial pueden beneficiarse de iniciativas tales como:
    - ⇒ el fomento de las energías renovables y la eficiencia energética, así como el desarrollo de capacidades técnicas para el diseño y mantenimiento de políticas energéticas regionales basadas en ambos pilares;
    - ⇒ la inversión en infraestructuras de transporte que favorezca el uso de medios alternativos a la carretera para el transporte de mercancías allí donde sea posible y el transporte colectivo en las grandes áreas urbanas; la mejora de la gestión del tráfico, el uso de combustibles alternativos y el apoyo, allí donde sea adecuado, a los medios de transporte no motorizados, etc.;

- ⇒ el fomento de inversiones en procesos industriales que hagan uso de tecnologías limpias adecuadas a las características del país;
  - ⇒ facilitar la creación de capacidades para el acceso y posterior gestión de tecnologías más avanzadas.
- Favorecer las inversiones privadas en proyectos de desarrollo limpio. Un elemento clave en el desarrollo de las economías de los países destinatarios de AOD es la inversión efectuada por el sector privado. La lucha contra el cambio climático requiere que este tipo de inversiones se haga sobre la base de tecnologías menos contaminantes que las tradicionales. El Protocolo de Kioto contempla por ello un tipo específico de proyectos que intenta favorecer a través de la generación de certificados de emisión siempre que se den determinadas condiciones. España ha de fomentar que las inversiones que sus empresas realicen en países en desarrollo cumplan los requisitos que las hagan susceptibles de ser registradas como proyectos de desarrollo limpio.
  - Incrementar la cooperación científica existente con países en desarrollo. Potenciar los programas de colaboración científica y tecnológica, la cooperación en los procesos de observación del clima tanto en el contexto de la cooperación bilateral como a través de programas multilaterales, dando especial prioridad a la observación de impactos que haga posible mejorar la capacidad para evaluar riesgos así como el pronto diseño de medidas de adaptación.
  - Promover la accesibilidad a tecnologías limpias en el contexto de las decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes. Es posible mejorar nuestra contribución a las iniciativas desarrolladas por la Secretaría de la Convención de acuerdo con las decisiones adoptadas por la CdP. Cabe asumir un papel más activo en el proceso de configuración y actualización del sistema de acceso a la información tecnológica (prototipo TT:Clear), así como en su vinculación a programas, sistemas y redes de información existentes, colaborar en la evaluación de las barreras, necesidades y prioridades tecnológicas de los países en desarrollo, facilitar la transferencia de tecnología y prestar asistencia a los países en desarrollo en sus esfuerzos de capacitación para el desarrollo sostenible; todo ello de acuerdo con las recomendaciones efectuadas en el Informe Especial del IPCC 'Aspectos Técnicos y Metodológicos de la Transferencia de Tecnología', hecho público en 2000 y las conclusiones del Grupo de Expertos creado en el contexto de la Convención.
  - Favorecer las acciones de capacitación. Los retos que presenta el cambio climático, especialmente en los países en desarrollo, y el cumplimiento de las obligaciones que para hacer frente a los mismos recogen la Convención y el Protocolo son de tal complejidad que dar respuesta a los mismos requiere el desarrollo de capacidades técnicas específicas, muy a menudo lejos del alcance de los países en desarrollo y diferentes según las necesidades propias de cada región y Estado. Especialmente significativas son, a este respecto, además de las ya mencionadas habilidades en los ámbitos de la observación e investigación o en la gestión de tecnologías limpias en la aplicación de políticas de reducción de emisiones, las requeridas para la medición y valoración de las emisiones de gases de efecto invernadero y demás obligaciones de información exigidas por la Convención.

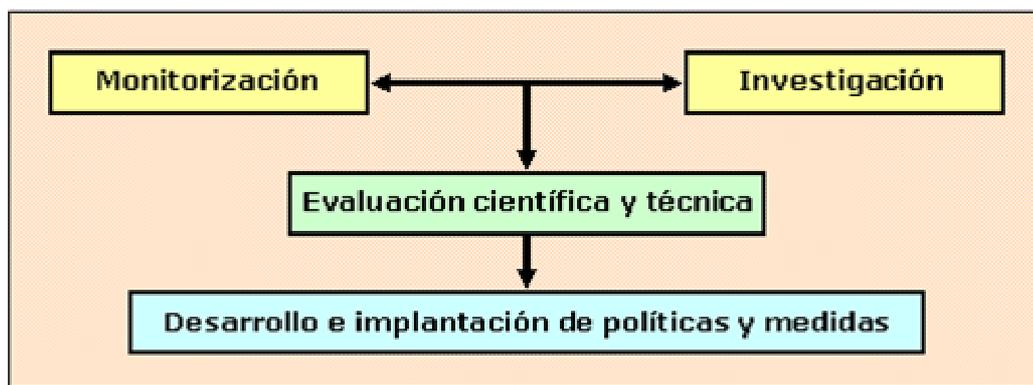
## 32 FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

La adaptación al cambio climático es una estrategia necesaria para complementar la mitigación de sus causas. Aunque un cierto nivel de daños es inevitable, es mucho lo que puede hacerse para reducir sus impactos adversos si se actúa con diligencia. El ritmo y prontitud con que se apliquen las medidas de adaptación y mitigación es crucial. Las incertidumbres actuales son lo suficientemente importantes como para justificar un trabajo intenso de investigación en los próximos años, siendo perfectamente posible reducirlas significativamente siempre que se dediquen los recursos adecuados. España, por su entorno geográfico, se va a ver seriamente afectada por el cambio climático.

### 32.1 OBJETIVOS

Una de las mejores formas que las Administraciones Públicas tienen para obtener una información detallada sobre los previsible efectos que provocaría el cambio climático en el territorio nacional es establecer los mecanismos necesarios para poder disponer de un adecuado asesoramiento científico y técnico (informes de evaluación), a través de sus investigadores y expertos, que permita estudiar las diversas alternativas y definir las estrategias de respuesta en la lucha contra los efectos negativos del cambio climático.

Para mejorar la eficiencia del esfuerzo nacional dedicado al conocimiento del clima y el cambio climático, es primordial garantizar una coordinación firme entre todos los organismos y universidades del sector público y privado con competencias y actividades en este campo. Es decir, establecer un diálogo permanente entre la comunidad científica y los responsables de la toma de decisiones para establecer las diferentes políticas para la lucha y adaptación frente al cambio climático



**Ilustración 28.- Esquema básico para el fomento de la investigación**

(Ilustración 28, página 157).

Este diálogo supone que haya, además, una articulación entre los planes y políticas de ambas partes y una priorización de las líneas de investigación, con objeto de que los responsables de la toma de decisiones puedan disponer de los resultados de la investigación que se requieren en cada momento en un proceso escalonado de toma de decisiones.

Para poder hacer frente a este reto y obtener el máximo rendimiento de los recursos económicos puestos en juego, es esencial potenciar a nivel nacional la investigación sobre cambio climático y establecer mecanismos que permitan disponer de una infraestructura sólida de investigación, tanto a corto como a medio y largo plazo. Al establecer las acciones que España debe desarrollar en ese campo, es preciso tener en cuenta que éstas afectan a instituciones y agentes de muy diversa naturaleza (universidades, centros de investigación, empresas, entidades financieras, usuarios, etc.), cuya participación es precisa para lograr la integración de los medios disponibles y obtener así el mejor aprovechamiento de los mismos.

## 32.2 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

Este objetivo estratégico podrá conseguirse si se dispone de un Programa Nacional sobre Clima y Cambio Climático (PNCCC) que desarrolle esta Estrategia, así como los Planes que se deriven de la misma. Dicho Programa deberá disponer de una financiación mínima estable que permita garantizar el núcleo básico de la investigación que se necesita para obtener los resultados esperados y necesarios para la toma de decisión por parte de los responsables de definir las políticas.

### 32.2.1 Situación actual

Las actividades de investigación en España se realizan a través de diversos Organismos e Instituciones de la Administración General del Estado con competencias en este campo, de las Universidades y otros centros de investigación tanto públicos como privados. En los Programas de investigación mundiales la participación española se realiza, principalmente, a través de organismos oficiales de la administración o de comisiones nacionales ad hoc creadas para cubrir necesidades específicas. El grado de participación depende mucho de las responsabilidades y de los recursos disponibles que tienen los distintos Centros. El mantener una buena coordinación nacional, a través de las comisiones nacionales ad hoc y de los puntos focales nacionales, es importante a la hora de aumentar la participación de expertos o grupos de investigación procedentes de universidades u otros centros de investigación.

Estos Programas mundiales carecen de financiación propia y se desarrollan con los recursos que ponen a disposición los diferentes países participantes. Las aportaciones, por lo general, no son de carácter económico; sino más bien corresponden a recursos de infraestructuras, equipamientos e investigadores, que tienen ya disponibles los diferentes Estados para satisfacer sus propias necesidades nacionales. Ello conduce a que cuantos más recursos destina un país para satisfacer sus propias necesidades nacionales, mayor es en general su participación en los Programas mundiales y a su vez mayor son los beneficios que puede obtener.

En el ámbito europeo la situación y problemática es substancialmente diferente, dado que los Programas Marco de Investigación de la Comisión Europea u otras Acciones disponen de financiación, en general elevada, de la cual una parte la aporta la propia Comisión. En este ámbito son los países más desarrollados y los que disponen de estructuras sólidas e importantes programas nacionales de investigación sobre cambio climático, los que sin duda obtienen una posición más ventajosa, liderando la mayoría de los proyectos y marcando de ese modo las principales prioridades europeas, en función de sus propias necesidades nacionales.

Si bien España consigue un retorno justo en la UE de la inversión que realiza; sin embargo, desde un punto de vista científico, esta participación no está bien articulada para cubrir los temas

prioritarios de interés. España participa, en general, en pocos proyectos como contratista principal, y además la participación está fragmentada en muchos grupos de investigación y en temas muy diversos, a veces incluso se puede dar el caso de que se participa en proyectos cuyos objetivos están alejados de las líneas de investigación que a España podría interesarle para cubrir sus necesidades nacionales.

España, por la posición que ocupa como quinto Estado contribuyente en el marco europeo, deberá tener un papel más relevante en su participación e integrar y reforzar su investigación en los Programas europeos. Para ello, es esencial disponer de planes y programas nacionales sólidos y estructurados con objetivos prioritarios claros, que permitan una adecuada articulación con los proyectos europeos.

En el ámbito nacional, la mayor parte de la investigación realizada por las universidades y centros de investigación se desarrolla dentro de los Planes Nacionales aprobados por el Gobierno desde la entrada en vigor de la Ley de la Ciencia. El actual Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica para el período 2000-03 (PNI+D+I) -aprobado por el Gobierno en noviembre de 1999- contiene un Programa Nacional de Recursos Naturales, que incluye un subprograma sobre Atmósfera y Clima; aunque algunas aplicaciones concretas aparecen en otros subprogramas.

En términos generales se puede decir que la actividad en el PNI+D+I en temas de Atmósfera y Clima es correcta para el tamaño que este sector tiene en España, aunque éste es pequeño en comparación con los países desarrollados de nuestro entorno. No hay ninguna institución que ocupe un lugar destacado en el ámbito nacional, a diferencia del Reino Unido, Francia, Alemania o EE.UU., donde existen potentes organismos con financiación pública que tienen capacidad de liderazgo y arrastran a grupos más pequeños y aislados. La consecuencia es que no en todos los temas tratados hay grupos activos de interés o suficiente masa crítica para desarrollar la investigación en un ambiente de colaboración y dentro de los deseables parámetros de competitividad. Por el contrario, otras líneas muestran síntomas de saturación, con muchos grupos activos para objetivos que pueden considerarse, al menos parcialmente, alcanzados.

Sería recomendable que grupos de los sectores más saturados reconvirtieran sus actividades hacia otros temas donde hay poca participación. En general, los grupos pequeños y especializados, más aislados, tienen participación en proyectos europeos mediante los cuales consiguen un ámbito de trabajo más enriquecedor y actualizado.

Por tanto, será necesario realizar una serie de actuaciones que permitan superar algunas de las deficiencias actuales, que se podrían resumir como sigue:

- Existen aún pocos proyectos de la suficiente envergadura en las diferentes líneas de investigación capaces de aglutinar y coordinar los esfuerzos de investigación que sería necesario realizar a escala nacional.
- La investigación está muy fragmentada en muchos proyectos pequeños, en los que participan muchos grupos más o menos pequeños y aislados. Además, incluso dentro de estos pequeños grupos de investigación existen proyectos que corresponden a líneas de investigación diferentes, con lo cual carecen de una línea estable y continua de investigación. Por otra parte la coordinación entre los distintos proyectos y la transferencia de información y de los resultados entre estos grupos es muy reducida.
- En algunas líneas de investigación hay muchos grupos trabajando en un excesivo número de proyectos cuyos objetivos puede considerarse que están parcialmente alcanzados, mientras que en algunas otras líneas definidas como prioritarias hay una actividad muy reducida o incluso prácticamente inexistente.

Desde una perspectiva global del interés general esta fragmentación no es útil y supone una duplicidad de esfuerzos, máxime cuando la comunicación y transferencia de resultados no es fluida y, además, no permite obtener el máximo potencial de la cualificación y capacidad investigadora de que disponen la mayoría de los grupos españoles.

### **32.2.2 Programa Nacional sobre Clima y Cambio Climático**

El establecimiento de un Programa Nacional sobre clima y cambio climático que aglutine y articule la investigación que se hace en este campo, a través de los diferentes Organismos, tanto de la Administración Central como Autonómica, del Plan Nacional y de Programa Marco de la UE y de otros Centros, deberá ser un objetivo estratégico permanente de esta Estrategia.

Este Programa Nacional permitiría priorizar objetivos, concentrar recursos en áreas de interés, y en definitiva articular iniciativas de ámbito nacional con objetivos claros. Ello permitiría también disponer de informes periódicos sobre los principales resultados, e identificar las necesidades de investigación a cubrir en fases posteriores. Este Programa nacional deberá ser lo más dinámico y flexible posible, a fin de poder acomodar nuevas necesidades que vayan surgiendo del entorno cambiante en el que actualmente se mueve la investigación, y en particular la referida a cambio

climático.

### **32.2.2.1 Investigación científica, tecnológica y socioeconómica**

La investigación que se deberá desarrollar y, por tanto, que deberá estar contenida en el Programa Nacional será toda aquella tendente a comprender el problema del cambio climático, minimizar sus efectos y combatir sus causas. Ello incluye investigación de carácter científico, tecnológico y socioeconómico. Según hemos visto en capítulos anteriores, la investigación científica, para comprender el problema del cambio climático y minimizar sus efectos, puede sintetizarse en las siguientes áreas:

- Sistema nacional de observación climática: mejora de la capacidad de observación y disponibilidad de datos de índole climática.
- Conocimiento del clima y caracterización de la variabilidad climática.
- Estudio del sistema climático y sus procesos Conocimiento de los procesos e interacciones que regulan el cambio climático a escala regional.
- Desarrollo y evaluación de modelos climáticos globales y regionales y obtención de escenarios climáticos futuros.
- Sensibilidad, vulnerabilidad, evaluación de impactos del cambio climático y las estrategias y medidas de respuesta.

En relación a la investigación tecnológica, debe hacerse hincapié en el desarrollo de las energías renovables, la mejora de la eficiencia energética, el ahorro de energía, el desarrollo de medios alternativos de transporte, el fomento de sumideros, la reutilización y gestión de los desechos, etc. Tanto la resolución de los problemas ambientales como el control de las medidas adoptadas requieren un esfuerzo continuado de investigación tecnológica. La gran dependencia del exterior en este sector hacen necesaria la generación de medios propios que permitan que, con el tiempo, el sector industrial español disponga de nuevas tecnologías medioambientales diseñadas y desarrolladas en España, y adaptadas a sus condiciones específicas.

Si bien los estudios socioeconómicos no son en sentido estricto estudios de investigación científica sobre cambio climático, cada vez se está poniendo más en evidencia la necesidad de disponer de aquellos estudios socioeconómicos para poder hacer frente, por una parte, a muchas de las incertidumbres existentes en el conocimiento del cambio climático y, por otra parte, a las actuaciones a realizar en la lucha frente al cambio climático. Por ello, estas investigaciones deben ir orientadas, tanto al estudio de escenarios socio-económicos y su relación con los escenarios climáticos, como a la consideración de diferentes aspectos socioeconómicos para obtener el mayor éxito en el diseño y la aplicación de las estrategias y políticas de mitigación y adaptación al cambio climático.

### **32.2.2.2 Estructura organizativa**

La estructura organizativa más eficiente para la gestión e implantación de este programa nacional deberá basarse en un concepto de red, constituido por centros de excelencia temáticos y centros de información y referencia, que podrían ser tanto de carácter público como privado. Cada centro temático sería el responsable directo del desarrollo e implantación del conjunto de proyectos *cluster* de una o varias de las áreas o líneas de investigación. Esto permite reforzar y priorizar la investigación en las áreas en las que es necesario obtener resultados para la toma de decisiones por parte de los responsables de definir las diferentes políticas; y articular la investigación en cambio climático, concentrando los recursos existentes de los diferentes grupos de investigación, evitando duplicidades de esfuerzos y consiguiendo una mayor masa crítica de investigadores por áreas de especialización, lo que en definitiva permitirá obtener una mayor eficiencia de los recursos existentes.

Está reconocido que este concepto de red es uno de los más eficientes y, de hecho, la mayoría de instituciones y organismos intergubernamentales europeos han establecido, o están estableciendo, este concepto en los principales programas de investigación y desarrollo, e incluso en programas operativos.

El número de centros de excelencia o temáticos no deberá ser elevado, al objeto de promover la máxima coordinación entre los grupos de investigación y facilitar la gestión y coordinación del programa.

Cada una de las áreas temáticas incluidas en el programa incluirían, a su vez, una serie *cluster* de subprogramas y proyectos individuales vinculados entre sí, a fin de satisfacer globalmente las necesidades y objetivos fijados. En cada subprograma y proyecto deben estar claramente definidos sus objetivos, los resultados esperados y los mecanismos de seguimiento y evaluación de actividades y resultados. La implantación de cada proyecto debe ser secuencial y estar coordinada con la del resto de proyectos. Por otra parte, a la hora de definir en detalle los objetivos y *cluster* de proyectos es esencial, además, tener en cuenta otros aspectos, tales como: las infraestructuras y recursos ya existentes, la apertura a la participación del mayor número de equipos investigadores españoles, la movilidad de personal, la posible articulación con proyectos europeos y el posible in-

tercambio de personal científico con centros y universidades extranjeros. España, como país desarrollado que ocupa la quinta posición en Europa, debe anticiparse y hacer un esfuerzo para aprovechar de forma real las numerosas oportunidades que brindan las distintas estrategias y políticas europeas.

La coordinación y gestión del Programa se debería establecer con una estructura piramidal, con órganos de supervisión y control a diferentes niveles. En principio, se debería fijar un Comité Director por cada una de las grandes áreas del Programa Nacional, establecimiento a su vez varios grupos de trabajos y subgrupos para temas más específicos.

Estos Comités Directores son fundamentales para mantener un constante conocimiento y control de las tareas que se están desarrollando en cada una de las áreas, subprogramas y proyectos, así como para fijar los objetivos y reorientar las actividades que permitan obtener los resultados que en cada momento se necesitan para el adecuado cumplimiento de esta Estrategia y, en definitiva, para la toma de decisión por parte de los responsables de establecer las políticas.

Por otra parte, será necesario garantizar la adecuada coordinación nacional entre estos Comités Directores y los distintos Comités de carácter decisorio de las Áreas del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica con actividades en estos temas; así como con los representantes españoles o puntos focales nacionales en los diferentes Programas y Organismos internacionales, en particular en el Programa Marco de Investigación de la UE.

### **32.2.2.3 Financiación**

Para paliar el retraso que sufre la investigación en este campo y darle un impulso significativo a corto y medio plazo será imprescindible hacer un importante esfuerzo inversor. Los recursos económicos para realizar dicho esfuerzo inversor se deberán obtener de diversas fuentes: de la Administración Central del Estado y Autonómicas, de los Programas de la Unión Europea y también del sector privado. En general se podría decir que, aunque no es un proceso lineal, cuantos mayores recursos se movilicen más se reforzará la investigación nacional. Por ello, un objetivo permanente debe ser tratar de movilizar, a través de los agentes públicos y privados, el mayor número posible de recursos económicos, humanos y de infraestructuras existentes. De hecho este esquema de financiación es el que se sigue en la mayoría de los países desarrollados y, en particular en los europeos, que tienen actividades de investigación sobre cambio climático importantes.

Por otra parte, dado que un elemento clave para que la implantación del Programa nacional sobre clima y cambio climático sea efectiva, es garantizar su continuidad, será imprescindible disponer anualmente de una financiación permanente y estable destinada a la realización de un núcleo mínimo de investigaciones básicas, que permitan rentabilizar eficazmente los recursos invertidos y obtener los resultados básicos e imprescindibles sobre la situación en España del cambio climático y de su evolución, para la toma de decisión por parte de los responsables de fijar las políticas sobre cambio climático.

### **32.2.3 Líneas estratégicas de actuación**

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, como líneas generales de actuación se establecen las siguientes:

- Incrementar los recursos humanos cualificados, tanto en el sector público como en el privado. Este incremento debe, no obstante, contemplarse desde una perspectiva global que conjugue la capacidad de absorción con la necesidad de mantener las masas críticas necesarias en todas las áreas de investigación requeridas.
- Mejorar el aprovechamiento de los resultados de la investigación, por parte de las empresas y de la sociedad española en su conjunto, haciendo especial hincapié en el apoyo de las interrelaciones entre los diversos agentes a corto, medio y largo plazo, de manera que cada uno de ellos pueda aprovechar el esfuerzo de los demás y se haga así un uso más correcto de los recursos.
- Fortalecer el proceso de internacionalización de la investigación española, incrementando la presencia española y su liderazgo en los programas internacionales, especialmente en aquellas actuaciones que sean prioritarios a nivel nacional.
- Promover las actuaciones de la Administración General del Estado en una estrategia común, basada en la máxima colaboración con las actuaciones de las Comunidades Autónomas y otros agentes sociales.

Además como líneas de acción específicas, en el marco del Programa Nacional sobre clima y cambio climático habrá que contemplar lo siguiente:

- Establecer una serie de Comités Directores, de los que dependerán Grupos de Trabajo, para la gestión, control y supervisión de las tareas del Programa nacional de investigación sobre clima y cambio climático. En concreto se propone crear:
  - ✧ Comité sobre las Bases Científicas y el Sistema de Observación, del que dependerían los

- Grupos de Trabajo sobre sistemas de observación y bancos de datos; estudios climáticos; modelización y escenarios climáticos.
- ✧ Comité sobre Aplicaciones, Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad, del que dependerían varios Grupos de Trabajo sobre ecosistemas terrestres y otros sectores socioeconómicos.
  - ✧ Comité sobre Mitigación, del que dependerían a su vez varios grupos de Trabajo.
  - Establecer un Comité nacional de coordinación entre los puntos focales nacionales en los principales Programas y Comités internacionales, garantizando la adecuada coordinación con los otros Comités Directores.
  - Definir las diferentes áreas temáticas y subprogramas a desarrollar con carácter prioritario, teniendo en cuenta el estado actual del conocimiento y los recursos e infraestructuras existentes.
  - Establecer los diferentes subprogramas con un plan de trabajo detallado cuantificado y por fases, haciendo especial hincapié en todo lo relativo a los procedimientos de gestión y control y a la publicación de informes periódicos de evaluación.
  - Identificar y establecer progresivamente una red de centros temáticos y de centros de referencia de información, haciendo especial hincapié en promover la utilización compartida de los medios técnicos y humanos en los proyectos de investigación.
  - Establecer Convenios y Acuerdos entre las Administración Central y las Comunidades Autónomas, con las universidades y otros agentes sociales.
  - Promover la investigación tecnológica en las industrias y colaborar económica o técnicamente con las empresas nacionales que favorezcan la disminución de la dependencia exterior en las tecnologías de mitigación del cambio climático y de adaptación a sus efectos.
  - Establecer los adecuados mecanismos financieros, para las diferentes modalidades de participación, tales como: subvenciones totales o parciales, Créditos reembosables, fondos de coinversión, incentivos fiscales para actividades de I+D, etc., mediante la cofinanciación o la exención de cargas fiscales, el establecimiento de compensaciones económicas al cumplimiento de objetivos de mejora medioambiental a través de nuevas tecnologías, etc.
  - Crear un banco público de datos que contenga bases de datos con información suficiente sobre los objetivos, resultados esperados y alcanzados en los diferentes proyectos de investigación.
  - Realizar publicaciones periódicas de informes nacionales de evaluación que permitan conocer el estado del conocimiento respecto a los diferentes aspectos del cambio climático. Estos informes deberán ser semejantes a los que órganos internacionales, como el IPCC, vienen realizando periódicamente desde hace varios años.

### **33 PARTICIPACIÓN, INFORMACIÓN, FORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PÚBLICA**

El fenómeno del cambio climático ha pasado de ser un tema reservado, en exclusiva, a los expertos a preocupar al ciudadano y a la sociedad en su conjunto. En este sentido, hay que destacar el importante trabajo de sensibilización desempeñado tanto por las Administraciones Públicas como por las organizaciones ecologistas y sociales, así como la labor informativa de los medios de comunicación.

La participación desde los diferentes ámbitos sociales en las medidas para luchar contra los efectos negativos del cambio climático constituye un factor esencial para garantizar el cumplimiento de las políticas y medidas que se determinen como necesarias en el proceso de mitigación de los efectos adversos o adaptación a los mismos. La participación ambiental es un proceso que posibilita la implicación en el conocimiento, valoración, prevención y respuesta a los problemas derivados del cambio climático.

Por esta razón, es fundamental el apoyo al movimiento asociativo y el fomento del voluntariado, como vías de participación comunitaria. La colaboración en actuaciones concretas que ayuden a prevenir y mitigar los efectos adversos del cambio climático, permite a las personas tomar conciencia de su poder de influencia en la resolución de los problemas que más directamente les concierne, facilitando la implicación progresiva en retos más complejos.

Un compendio de estas ideas ha sido reflejado en el Artículo 6 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que establece que las Partes, en el cumplimiento de los compromisos fijados por la Convención, promoverán y facilitarán:

- La elaboración y aplicación de programas de educación y sensibilización del público sobre el cambio climático y sus efectos.
- El acceso del público a la información sobre el cambio climático y sus efectos.
- La participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos, y
- La formación del personal científico, técnico y directivo.

Este artículo de la Convención apenas había sido desarrollado hasta el año 2002, en que se impulsaron las actividades relacionadas con su contenido y se sentaron las bases para la puesta en práctica de un Programa de Trabajo sobre educación, formación y sensibilización del público en materia de cambio climático. Así, en la 8ª CdP se adoptó la Decisión 11/CP.8 relativa al Programa de Trabajo de Nueva Delhi sobre el Artículo 6 de la Convención. Sus características más relevantes son:

- El Programa de Trabajo pretende ser un marco flexible para las actividades sobre el Artículo 6 de la Convención que realicen cada uno de los países, de acuerdo a sus necesidades y circunstancias concretas y teniendo en cuenta sus prioridades nacionales.
- En el Programa se ofrece un amplio listado de actividades que pueden desarrollar las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas. Se invita a las diferentes organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales a que cooperen y contribuyan a la realización de actividades relacionadas con el Artículo 6 de la Convención.
- Es un Programa de duración quinquenal (2003-07), con una revisión intermedia de evaluación de la eficacia prevista para el 2004.
- Los informes de las Partes sobre los avances y actividades bajo el Programa de Trabajo del Artículo 6 se realizarán, siempre que sea posible, dentro del marco de las Comunicaciones Nacionales.

Este hecho refuerza, más si cabe, la necesidad de incluir como apartado de singular importancia de esta Estrategia la adopción de medidas e instrumentos necesarios para potenciar y mejorar, en nuestro país, la participación de los ciudadanos en los procesos de adopción de decisiones, para mejorar el conocimiento del proceso de cambio climático y sus efectos y para modificar las actitudes y comportamientos del ciudadano hacia lo ecológicamente sostenible.

La aplicación de todos estos elementos, que se recogen en el Programa de Trabajo de Nueva Delhi sobre el Artículo 6, contribuirá, sin ningún género de dudas, a que se puedan alcanzar los objetivos establecidos en la Convención.

### **33.1 INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN**

No se puede olvidar que, para participar en la solución de un problema, es preciso conocerlo. El ciudadano debe estar informado de forma clara y detallada sobre el fenómeno del cambio climático, sobre cómo puede afectar a su vida cotidiana y sobre las posibilidades que existen para afrontarlo. También es importante que los ciudadanos estén concienciados de que con su comportamiento, consumiendo menos energía en sus diferentes aplicaciones (transporte, calefacción, aire acondicionado, etc.) y menos productos en cuya fabricación se emiten GEI, pueden hacer una relevante aportación para lograr los objetivos asumidos por nuestro país.

La información ambiental debe ofrecerse con suficientes garantías de veracidad y rigor científico, objetivo no exento de dificultades, dado el gran volumen de datos que se genera, la multiplicidad de las fuentes de procedencia y la propia complejidad de los procesos que, a menudo, son susceptibles de interpretaciones diversas. A esto se suman los problemas derivados de la pluralidad de actores, intereses y valores que entran en juego. En definitiva, se hace necesario trabajar a partir de una información actualizada, fiable, contrastada, accesible, comprensible y utilizable, que sea puesta a disposición de todos aquellos grupos y personas implicadas en la prevención y mitigación de los efectos del cambio climático.

Para el logro de este objetivo se dispone de un importante elemento de ayuda: el creciente desarrollo que están experimentando los nuevos sistemas de información y comunicación. Así, en breve espacio de tiempo, se ha producido una rápida difusión de Internet como instrumento de comunicación y trabajo. No se puede poner en duda que este vehículo puede ser muy efectivo a la hora del acceso y divulgación de la información, de la difusión de recursos y materiales didácticos, o para facilitar el contacto e intercambio de experiencias prácticas entre los profesionales, etc.

La sensibilización, mediante diferentes técnicas, constituye un proceso fundamental para conseguir que la sociedad acepte y apoye las políticas adoptadas en la lucha contra el cambio climático. A la vez, es imprescindible la participación social, en la medida en que contribuye a difundir información y a formar criterio entre la población, a generar ideas y respuestas al problema y a ejercer el necesario seguimiento y control de las Administraciones competentes.

### **33.2 FORMACIÓN Y EDUCACIÓN**

La acción educativa y la formación, dentro de la comunidad escolar, requieren la incorporación a los programas educativos de aquellos contenidos que contribuyan a alcanzar un conocimiento de cierta profundidad sobre el cambio climático y sus efectos, así como el conjunto de actitudes y comportamientos más adecuados para afrontarlos. La educación formal constituye un marco estructurado que ofrece oportunidades para un aprendizaje progresivo, que no es posible garantizar en otros contextos. La formación ambiental de niños, niñas y jóvenes no sólo es crucial por lo que

constituirá de mejora en el futuro sino, además, por la fundamental influencia que ejercen sobre sus familiares y adultos cercanos, en el presente.

En este sentido, tienen especial interés las iniciativas educativas que, por constituir un ejemplo a seguir y por el carácter dinamizador en su ámbito local, tienen incidencia más allá de las propias aulas.

Por estos diferentes motivos, se hace imprescindible reforzar la formación de los docentes en todo lo relacionado con el cambio climático y sus consecuencias adversas.

Esta misma necesidad debe ser cubierta en el entorno de la educación no formal. La integración de la variable ambiental en los sistemas de formación para el empleo y de formación continua (escuelas-taller, casas de oficios, cursos de reciclaje y especialización, etc.) es básica e imprescindible para llegar a un numeroso grupo de la población que, además y fundamentalmente, constituye el grueso de los trabajadores manuales o técnicos de nuestro país.

Sin embargo, no se puede olvidar que, para lograr cambios significativos en la sociedad en su conjunto, es imprescindible incidir en la formación de todo profesional, dado que cualquier actividad conlleva consecuencias ambientales, ya sean éstas directas o indirectas. Debe ser una capacitación adaptada a las posibilidades de un colectivo no especializado, al mismo tiempo que se trata de una capacitación rigurosa y con el necesario peso específico. La construcción de un sentido de responsabilidad colectiva hacia los valores ambientales y de una actividad social orientada hacia el uso sostenible de los recursos naturales se logrará, en buena medida, con las contribuciones personales realizadas desde los diferentes puestos de trabajo.

La necesidad formativa debe, asimismo, hacerse extensiva a los ciudadanos, a los directivos y responsables en la toma de decisiones y, por supuesto, a los gestores responsables de la adopción de políticas y medidas que contribuyan a la prevención y mitigación de los efectos adversos del cambio climático. Mejorar la formación ambiental de los sectores profesionales directamente vinculados a la cuestión ambiental (gestión, planificación, legislación, educación, etc.) es un objetivo crucial, que requiere una capacitación especializada y de alto nivel dada la función social que estos grupos desempeñan.

### 33.3 PARTICIPACIÓN

La participación de los ciudadanos, organizaciones no gubernamentales, asociaciones empresariales y demás colectivos sociales afectados en la elaboración de la Estrategia incorpora enriquecedoras opiniones de todos aquellos sectores que están implicados y afectados por la toma de decisiones de los responsables de la Administración.

En este sentido, se constituye como órgano fundamental de participación el Consejo Nacional del Clima y su Comisión Permanente, de acuerdo con la composición y funciones que establece el Real Decreto 1188/2001, de 2 de noviembre.

La participación de los distintos sectores de la sociedad es fundamental para conseguir los objetivos de reducción de emisiones. Tal como dice la propia Convención en cuanto a la responsabilidad de los Estados respecto del cambio climático, dicha responsabilidad debe ser compartida pero diferenciada también en el ámbito de la sociedad. La Administración debería articular los mecanismos para que cada sector participe de manera efectiva a la reducción de emisiones que le corresponde. Es decir, se fomentará el consenso, los acuerdos voluntarios y se incentivarán las acciones tempranas. Además se elaborará la normativa precisa para que cada uno, según su responsabilidad, contribuya en la búsqueda de soluciones, ya que no se debe olvidar que existe un objetivo que conseguir, ratificado por el Parlamento español, y por tanto la inhibición no es una opción.

### 33.4 OBJETIVOS

Mitigar los efectos negativos que se derivan del fenómeno del cambio climático o, lo que resulta más productivo, prevenirlos, implica la necesidad de ir cambiando cada acción, de manera que se modifiquen los efectos de nuestra actividad individual y colectiva, para obtener un nuevo mosaico de fuerzas encaminadas en una dirección distinta: la sostenibilidad.

De este modo, constituye un objetivo general del presente apartado de la Estrategia la adopción de medidas e instrumentos que conduzcan a un incremento en la información, sensibilización, formación y participación del público, en general, respecto al cambio climático y sus consecuencias adversas.

Se pueden señalar, como objetivos más concretos, los siguientes:

- Información y sensibilización:
  - ✧ Fomentar el intercambio y difusión de información sobre cambio climático entre las Administraciones Públicas, organizaciones, grupo sociales y ciudadanos, en general.
  - ✧ Potenciar el desarrollo y las funciones de los Centros de Documentación Ambiental y de los medios informáticos y tecnologías multimedia al servicio de la información, formación

- y la divulgación del fenómeno del cambio climático y sus efectos.
  - ✧ Impulsar Convenios de Colaboración entre Organismos de Investigación, Universidades, Administraciones, asociaciones y medios de comunicación para la divulgación de Estudios Científicos, Predicciones, Informes, etc., relacionados con el cambio climático.
  - ✧ Favorecer la extensión de prácticas y modos de vida sostenibles en los distintos contextos vitales, basados en la utilización racional y solidaria de los recursos (uso de energías limpias y renovables, utilización del transporte público, etc.) así como en el disfrute respetuoso del medio.
  - ✧ Influir sobre las actitudes y los comportamientos individuales y colectivos, dentro del contexto global del desarrollo sostenible.
- Formación y educación:
  - ✧ Propiciar el intercambio de planteamientos, experiencias, metodologías y materiales relacionados con el cambio climático entre organizaciones y asociaciones con ámbitos de trabajo y perspectivas diferentes.
  - ✧ Mejorar la formación ambiental de los sectores profesionales directamente vinculados a la cuestión ambiental y la formación de los ciudadanos y consumidores en general.
  - ✧ Facilitar y orientar los procesos personales de aprendizaje para entender las interacciones del fenómeno del cambio climático y las respuestas al mismo planteadas.
  - ✧ Potenciar la formación, tanto de los empresarios como de los técnicos y de los trabajadores, así como de los representantes de todos ellos, en relación con las medidas y las buenas prácticas que sea preciso adoptar en las empresas en la perspectiva de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Participación:
  - ✧ Potenciar la participación de las diferentes Administraciones Públicas, representantes de distintos sectores sociales, profesionales de la educación y, en general, ciudadanos interesados, en el desarrollo y la aplicación de las políticas relacionadas con el cambio climático, en consonancia con criterios de sostenibilidad.
  - ✧ Favorecer la participación de todos aquellos sectores económicos y sociales que tengan algo que aportar en grupos de trabajo donde se debatan aspectos de diseño y aplicación de medidas concretas de lucha contra el cambio climático.
  - ✧ Es importante fomentar la participación y corresponsabilización de los trabajadores y sus representantes en relación con los programas y medidas de lucha frente al cambio climático.

### 33.5 MEDIDAS E INSTRUMENTOS

- Información y sensibilización:
  - ✧ Preparación y difusión de campañas de sensibilización pública y concienciación ciudadana sobre los efectos adversos del fenómeno del cambio climático y sobre formas de hacer, más respetuosas con el sistema atmosférico.
  - ✧ Establecimiento de los medios adecuados para que se facilite al ciudadano información sobre el fenómeno del cambio climático y sus efectos de forma fiable, ofreciendo, de forma comprensible, los resultados más actuales de las investigaciones realizadas en la materia, así como las respuestas que se están poniendo en marcha.
  - ✧ Potenciación del funcionamiento de la red CIRCA-EIONET (Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente) para la óptima comunicación entre Puntos Focales para cambio climático.
  - ✧ Difusión de información actualizada y fácilmente accesible sobre inventarios de gases de efecto invernadero, ofreciendo datos de las diferentes actividades generadoras y factores de emisión.
  - ✧ Elaboración del Catálogo Nacional de Iniciativas de lucha contra el cambio climático, para la posterior difusión de las actividades que contribuyan a la mitigación de los efectos adversos.
  - ✧ Elaboración y difusión generalizada de manuales de buenas prácticas tendentes a lograr una mayor eficiencia y ahorro energético en los distintos sectores, con particular énfasis en las acciones que puedan llevar a cabo los ciudadanos en su vida diaria.
  - ✧ Elaboración y difusión generalizada de manuales de buenas prácticas tendentes a lograr una mayor eficiencia energética en las industrias, poniendo el acento en los factores humanos y organizativos de la producción.
  - ✧ Elaboración y difusión de información a través de campañas periódicas de información, revistas especializadas, páginas web, etc. , para la difusión de buenas prácticas de actuación individual y colectiva.

- ◇ Diseño de exposiciones divulgativas sobre el problema del cambio climático, sus causas, efectos y medidas para la mitigación de los mismos, complementada con material didáctico de apoyo (folletos, cuadernillos divulgativos, CD, vídeo, etc.)
- ◇ Intercambio de los diversos materiales educativos diseñados, tanto en el ámbito nacional como en el internacional para su ulterior evaluación, mejora y común aprovechamiento.
- Formación y educación:
  - ◇ Fomento de cursos y seminarios, especializados en cambio climático.
  - ◇ Fomento de programas de formación específicos dirigidos tanto a los empresarios como a los trabajadores, así como a los representantes de ambos, en relación con las medidas de lucha frente al cambio climático.
- Participación:
  - ◇ Diseño y difusión de materiales educativos, juegos didácticos y materiales interactivos y de apoyo para la comunidad docente, como medios necesarios para la sensibilización y divulgación medioambiental entre profesores y alumnos de diferentes edades y programas educativos.
  - ◇ Fomento de foros de encuentro y de debate en materia de cambio climático, que permitan la participación de los ciudadanos.
  - ◇ Apoyo a procesos participativos orientados a mejora ambiental que incidan de forma clara en una reducción de emisiones (Planes de Acción Local, iniciativas de Agenda 21, Pactos por la Movilidad, etc.).
  - ◇ Creación de grupos de trabajo que representen las distintas posturas de la sociedad en relación con temas específicos de lucha contra el cambio climático.

La puesta en práctica de estas medidas debe traer, como lógica consecuencia, un incremento en el interés y preocupación por las cuestiones relacionadas con el fenómeno del cambio climático. A su vez, el interés debe traducirse en la posterior modificación de las pautas de comportamiento tendentes a mantener una filosofía de vida que respete el medio ambiente a través del ahorro en la utilización de los recursos naturales y de la mejora de la eficiencia en su utilización.

### **34 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN, Y REVISIÓN**

La lucha contra el cambio climático es un proceso dinámico que conlleva múltiples incertidumbres, tanto en los aspectos científicos como en los socioeconómicos, de los que dependen los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Por tanto, su formulación estratégica debe estar concebida para adaptarse a los cambios del entorno científico, social, económico, tecnológico y político, así como a la reorientación de sus objetivos y líneas de acción en función de los resultados.

La gestión y aplicación de la Estrategia es, como se ha señalado anteriormente, un proceso esencialmente continuo, que se realimenta en función de los avances que se registran en su instrumentación práctica y de sus resultados, así como del ritmo y carácter de los cambios que se produzcan en las propias dinámicas del desarrollo y sus efectos sectoriales.

La elaboración de la primera Estrategia se ha basado en una valoración de las prioridades temáticas de acción, resultante a su vez de un análisis de las tendencias, dificultades y oportunidades más relevantes para el desarrollo del país. Tanto por el hecho de que otros factores importantes en este campo no se hayan tenido todavía en cuenta en la medida suficiente, como por la forma tan rápida como se producen con frecuencia los cambios de las tendencias externas, este conjunto de prioridades debe ser revisado, confirmado o ajustado a lo largo del tiempo. Simultáneamente, aun teniendo en cuenta que en gran parte los efectos de las actuaciones puestas en marcha sólo se pondrán en evidencia a medio y largo plazo, de su realización pueden extraerse también experiencias y conclusiones en plazos más cortos. En resumen, al igual que son cambiantes la situación y las tendencias de evolución, las propias prioridades de acción y los correspondientes objetivos pueden y deben adaptarse a ello. Además, las tareas de evaluación y seguimiento de la Estrategia, conforme vayan siendo puestas en marcha y ofreciendo resultados, permitirán una significativa mejora del conocimiento de los procesos y el entramado de relaciones causa-efecto que determinan la evolución del problema del cambio climático.

A tal efecto, el Real Decreto 1.188/2001, por el que se regula la composición y funciones del Consejo Nacional del Clima, atribuye a este órgano colegiado, en su artículo 2.1, la función de realizar el seguimiento y evaluación de la Estrategia, recabando para ello la información necesaria de los órganos competentes. Para cumplir esta función es necesario que el Consejo Nacional del Clima prepare un Plan de Seguimiento y Evaluación periódico que cubra todos los aspectos de la Estrategia, teniendo en cuenta en todo caso que el Protocolo de Kioto dispone que cada una de las Partes incluida en el Anexo I deberá poder demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en virtud del Protocolo de Kioto.

### 34.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

Esta función del CNC debe permitir cuantificar los efectos de su implementación y valorar sus resultados en función de los objetivos y los compromisos internacionales en la materia. Además no hay que olvidar que en el ámbito del cambio climático el horizonte temporal es muy extenso, lo que implica una necesidad de concreción y puesta al día progresiva de los escenarios, modelos, análisis de vulnerabilidad, objetivos, etc. Por ello, la evaluación y seguimiento que se efectúe debería contemplar los siguientes aspectos:

- Evaluar y caracterizar las tendencias de evolución de los fenómenos, factores e indicadores del cambio climático, tanto en los aspectos relativos a sus causas como a sus probables efectos. Esta evaluación debe ser continua, orientada a contrastar las hipótesis de partida, y a identificar e incorporar los efectos de posibles nuevos factores sobre dichas tendencias.
- Desarrollar y mejorar, como soporte básico de esta evaluación, los conocimientos científico-técnicos relativos a la interrelación entre las diferentes variables del sistema climático y las correspondientes actividades humanas.
- Evaluar las acciones emprendidas en el marco de esta Estrategia, así como otras políticas sectoriales implementadas por las Administraciones públicas o las entidades privadas, a través del seguimiento de su instrumentación y puesta en marcha, y de la valoración de sus resultados.
- Establecer las condiciones y principales orientaciones para la actualización, revisión o reformulación de la Estrategia con un esquema de cierta periodicidad, en función del grado de avance de su aplicación y resultados y de la viabilidad de incorporar progresivamente nuevos objetivos y áreas de acción no considerados prioritarios en su primera formulación.

La gestión de la Estrategia implica la definición y puesta en marcha de una serie de medidas y acciones, enfocadas en buena parte al acompañamiento y seguimiento de las actividades sugeridas en anteriores capítulos. La realización de estas acciones podrá requerir el establecimiento de instrumentos específicos.

### 34.2 REVISIÓN Y PROPUESTA DE ACCIÓN

La evaluación de la eficiencia de las políticas y medidas adoptadas para la lucha contra las causas y efectos del cambio climático debe ser un proceso abierto y continuo. Existe ya un claro marco de conocimiento sobre el entramado de factores y relaciones causa-efecto que determinan las actividades humanas sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, así como sus tendencias a corto y medio plazo. Dicho conocimiento debe permitir la definición de unas primeras bases y propuestas de acción.

Por ello, entre las funciones atribuidas al CNC figura también la de elaborar propuestas y recomendaciones para definir políticas y medidas de lucha frente al cambio climático en los ámbitos de la ciencia del cambio climático, impactos y estrategias de adaptación, y estrategias de limitación de emisiones de gases de efecto invernadero.

### 34.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Una de las claves para garantizar la eficacia de las funciones de evaluación y seguimiento de la estrategia encomendadas al CNC es la disponibilidad de información actualizada sobre los avances registrados y los resultados de las acciones emprendidas. Una información, en suma, que permita conocer el grado de cumplimiento de la Estrategia. Para ello, en caso de no existir otra alternativa, sería preciso diseñar un procedimiento específico que garantizase la disponibilidad de dicha información. No obstante, teniendo en cuenta que tanto los Acuerdos Internacionales -Convención y Protocolo- como las disposiciones comunitarias ya prevén obligaciones de información que cubren todo el espectro de los ámbitos de la Estrategia, parece razonable, dentro de un marco de eficiencia administrativa y a fin de evitar duplicidades, que para atender las tareas de evaluación y seguimiento del CNC sean utilizadas estas mismas fuentes de información periódica: Comunicaciones Nacionales, Informes a la Comisión, e Inventarios Nacionales de Emisión.

Ello evidentemente no implica que, cuando el CNC así lo estime oportuno, se pueda recabar información específica de otras fuentes. Paralelamente, otro instrumento de utilidad para la evaluación y seguimiento de la Estrategia lo ha de constituir el banco de datos o inventario nacional de iniciativas de lucha frente al cambio climático que la CNC ya ha decidido impulsar, y que constituye una de las acciones contempladas en la propia Estrategia.

# Anexo A.- Lista detallada de medidas e instrumentos del capítulo 4

## **DATOS DE ÍNDOLE CLIMÁTICA**

- Obtención de los datos y establecimiento de redes:
  - ✧ Definir los datos climáticos que debe incluir el sistema nacional, para lo cual hay que conocer:
    - ⇒ qué variables y elementos describen el clima;
    - ⇒ de qué variables y elementos es necesario hacer un seguimiento para vigilar el clima y detectar el cambio climático;
    - ⇒ qué datos son necesarios para las parametrizaciones de los modelos;
    - ⇒ cuáles son las necesidades de datos de otros usuarios.
  - ✧ Definir lo que podría ser el sistema nacional ideal de observación climática, tanto en las redes permanentes en superficie y en el espacio, como la red permanente de referencia.
  - ✧ Establecer de forma progresiva por fases el sistema nacional que se defina. En una primera fase se debería establecer, mediante el complemento de lo ya existente, las redes de observación climática para la obtención de los datos a través de:
    - ⇒ la red permanente en superficie (terrestre y marina);
    - ⇒ la red permanente en el espacio;
    - ⇒ la red permanente de referencia;
    - ⇒ la participación en los programas mundiales de observación y sus campañas de investigación;
  - ✧ Establecer los sistemas y métodos de observación homologados, evaluando la calidad de los datos que puedan obtenerse con aquellos sistemas o procedimientos que no estén homologados o aceptados; así como definir las rutinas de calibración de los equipos de medida y los patrones nacionales.
  - ✧ Implantar equipos especializados en las técnicas analíticas necesarias para la obtención de datos paleoclimáticos y dataciones.
  - ✧ Ampliar y mejorar los medios y métodos de medida de la concentración de los gases de efecto invernadero, aerosoles y gases contaminantes, siguiendo la normativa propuesta por los organismos internacionales competentes.
- Banco de datos: archivo y recuperación de datos:
  - ✧ Definir la estructura y contenidos de los diferentes bancos de datos: selección de la información que se almacenará sobre cada variable, definición de los datos paleoclimáticos, selección de nuevas variables que puedan servir de indicios del cambio climático.
  - ✧ Ampliar y coordinar los bancos de datos de posible incidencia climatológica, así como los de contenido geocartográfico y administrativo actualmente existentes.
  - ✧ Crear los bancos de datos, o modificarlos si ya existen, siguiendo las directrices que establezcan los expertos y siguiendo las recomendaciones de los programas internacionales.
  - ✧ Crear un sistema de información que incluya las referencias, y a ser posible la propia herramienta, sobre los métodos y técnicas de tratamiento de los datos para la obtención de parámetros climáticos.
  - ✧ Proporcionar series completas de datos de incidencia climatológica sobre estaciones de referencia bien documentadas e integrar estos datos para producir como resultado series de datos puntuales y reticulares y formar una banco de datos que contenga esta información.

## **CONOCIMIENTO Y VIGILANCIA DEL CLIMA, Y DETECCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

- Métodos estadísticos y objetivos:
  - ✧ Establecer métodos homologados para la asimilación de la información contenida en las bases de datos ya existentes y de los datos paleoclimáticos, tanto los obtenidos directamente como por métodos indirectos.
  - ✧ Definir métodos homologados para:
    - ⇒ la obtención de series temporales de datos debidamente homogeneizados y con las lagunas convenientemente rellenadas;
    - ⇒ la obtención de los valores extremos de las series de datos, y los intervalos de recurrencia de sucesos raros y de valores extraordinarios de las variables climáticas;
    - ⇒ la tipificación de las situaciones meteorológicas sinópticas;
    - ⇒ la definición y puesta a punto de índices utilizables para la clasificación y el seguimiento del clima;
    - ⇒ el análisis estadístico de series temporales, detección de tendencias, fluctuaciones, periodicidades o patrones temporales en las variables climáticas.
  - ✧ Estudiar la interdependencia de los parámetros climáticos mediante modelos de correlación.
  - ✧ Establecer métodos para la obtención y validación de las predicciones estadísticas objetivas.
  - ✧ Definir métodos homologados para la interpolación espacial de las variables climáticas, considerando la relación entre éstas y de ellas con los datos geocartográficos.
  - ✧ Desarrollar técnicas de asimilación de datos a determinadas rejillas previamente establecidas.
  - ✧ Establecer métodos de interpolación y de trazado de isolíneas para su uso en la confección de mapas de elementos climáticos.
  - ✧ Establecer técnicas de análisis estadístico para su utilización en la validación de los resultados de los modelos.
- Caracterización de los climas pasados y presente, y su variabilidad:
  - ✧ Desarrollar métodos para la obtención de descripciones pormenorizadas del clima en lugares y regiones concretas, utilizando para su realización las técnicas previamente establecidas o adoptadas y los medios que facilitan los actuales Sistemas de Información Geográfica (SIG).
  - ✧ Analizar, describir el sistema climático en lo relativo al clima y a las escalas local, regional y nacional, haciendo hincapié en las características:
    - ⇒ atmosféricas y oceanográficas que gobiernan el tiempo;
    - ⇒ de la estructura topográfica;
    - ⇒ físico-químicas de los suelos;
    - ⇒ biológicas de los ecosistemas naturales que influyen en los procesos climáticos;
    - ⇒ hidrológicas y de glaciares de montaña.
  - ✧ Realizar clasificaciones climáticas tanto a nivel general como enfocadas a las posibles aplicaciones, teniendo en cuenta los diferentes aspectos del sistema climático.
  - ✧ Analizar, describir e interpretar los tipos de tiempo y estructuras meteorológicas y oceánicas que afectan a España, tanto macro como mesoescalares, incluidas aquéllas cuyo análisis objetivo requiere la utilización de datos procedentes de la teledetección.
  - ✧ Analizar, describir e interpretar las características espaciales del clima en España y su entorno y su relación con los tipos de tiempo y las estructuras meteorológicas y oceánicas presentes, incluidos los sistemas nubosos y otras configuraciones que puedan asociarse de forma directa a fenómenos climáticos extremos como sequías, lluvias intensas, temporales de viento, incendios forestales y otros.
  - ✧ Reconstruir el clima existente en España en diferentes períodos: los últimos 2.000 años, los últimos 18.000 años, entre los últimos 18.000 y 300.000 años y entre los últimos 300.000 años y el comienzo del Pleistoceno.
  - ✧ Estudiar las analogías entre los climas del pasado y los resultados de los modelos climáticos, tanto para inferir condiciones futuras como para validar los resultados del propio modelo.
  - ✧ Estudiar la variabilidad climática a partir de los datos disponibles, directos e indirectos, en distintas escalas espaciales y temporales; y en especial su relación con los patrones de

- ◊ circulación global y con las anomalías producidas en el Atlántico Norte.
- ◊ Estudiar la variabilidad climática a partir de los resultados de los principales modelos y en distintas escalas espaciales y temporales.
- ◊ Estudiar y determinar los indicadores óptimos que posteriormente permitan la vigilancia y la detección del cambio climático en nuestro país.
- ◊ Asegurar la detección de los efectos de las fluctuaciones climáticas sobre la estructura y función de los principales ecosistemas de España, según las directrices del Programa Internacional Geosfera-Biosfera.
- Detección y vigilancia del cambio climático:
  - ◊ Establecer un programa nacional de detección de los cambios climáticos que permita determinar los indicadores óptimos para la detección y vigilancia del cambio climático en nuestro país.
  - ◊ Establecer un programa de vigilancia y seguimiento del cambio climático que incluya, en una primera fase, al menos, los componentes atmósfera y océano del sistema climático y en fases sucesivas los restantes subsistemas.

## **MODELIZACIÓN, ESCENARIOS Y PROYECCIONES DEL CLIMA FUTURO**

- Química atmosférica y clima:
  - ◊ Investigar los ciclos biogeoquímicos de los componentes atmosféricos, considerando especialmente por su importancia el ciclo del carbono, el ozono y el resto de los gases de efecto invernadero.
  - ◊ Estudiar la distribución atmosférica en el tiempo y en el espacio de los gases de efecto invernadero, identificando sus fuentes y sumideros, y evaluando la relación entre las emisiones y la concentración atmosférica de dichos gases.
  - ◊ Estudiar la distribución atmosférica en el tiempo y en el espacio de los aerosoles, identificando sus fuentes y sumideros, y evaluando los procesos químicos en los que intervienen.
  - ◊ Estudiar la distribución atmosférica en el tiempo y en el espacio de los gases contaminantes, así como analizar las situaciones atmosféricas y estudiar los fenómenos de transporte que propician la dispersión, acumulación o deposición de los contaminantes; en particular el fenómeno de la lluvia ácida.
  - ◊ Investigar la fase atmosférica del ciclo del agua: las interacciones del vapor de agua con los restantes componentes atmosféricos, los procesos de formación de las nubes, los procesos de retroacción, etc.
  - ◊ Estudiar la formación y desarrollo de las nubes estratosféricas.
  - ◊ Estudiar y evaluar los procesos radiativos en la atmósfera y sus alteraciones: flujos de calor, procesos de retroacción, interacción nubes-radiación, etc.
  - ◊ Determinar las alteraciones que producen en el balance radiativo los cambios en la concentración y distribución de los gases de efecto invernadero y los aerosoles.
  - ◊ Estudiar los procesos de transporte de calor, humedad y momentos que realiza la atmósfera.
  - ◊ Estudiar las teleconexiones: modificaciones de los regímenes de tiempo debidas a cambios en las condiciones de contorno de zonas distantes, elaborando índices de utilidad para la predicción climática.
  - ◊ Estudiar los efectos del relieve y las características del suelo en la circulación general atmosférica que afecta a España.
  - ◊ Estudiar las interacciones entre la troposfera y la estratosfera.
- Circulación y composición del océano:
  - ◊ Estudiar los procesos, a diversas escalas temporales y espaciales, que influyen sobre la circulación general y/o que dificultan la resolución de los modelos: capas límite, formación de la termoclina, frentes y chorros, procesos de mezcla, etc.
  - ◊ Estudiar la composición oceánica y los procesos de mezcla e intercambio en las capas superficial y profunda, calculando los flujos de calor y agua, y su variabilidad anual e interanual.
  - ◊ Investigar las teleconexiones existentes entre los cambios en la circulación y composición oceánicas y determinados fenómenos climáticos sobre la Península y los Archipiélagos.
  - ◊ Desarrollar modelos oceánicos de diversa índole: circulación, transferencias de energía entre las diversas capas, etc., que puedan ser acoplados a los atmosféricos.
  - ◊ Desarrollar modelos de generación de oleaje acoplados a modelos de corrientes marinas

- para ser utilizados en la predicción de oleaje en las zonas costeras.
  - ✧ Investigar la respuesta del equilibrio dinámico de la circulación oceánica a la variación de los flujos superficiales de calor, agua y cantidad de movimiento.
  - ✧ Investigar la contribución de los procesos físicos y biológicos a la regulación del océano como sumidero de carbono y de otros gases de efecto invernadero.
- Procesos biogeosféricos en ecosistemas terrestres:
  - ✧ Estudiar los balances hidroenergéticos de los principales tipos de uso de suelo y de las formaciones vegetales del país, dando especial atención a los territorios dotados de estructura topográfica.
  - ✧ Caracterizar y parametrizar los procesos de interacción entre la biosfera, litosfera y el ciclo hidrológico continental; en particular la evapotranspiración, la intercepción de la precipitación por la cubierta vegetal, etc.
  - ✧ Estudiar los procesos biogeoquímicos del carbono y del nitrógeno en los principales ecosistemas terrestres de España, así como las alteraciones que en ellos induce la acción humana y la que provocaría un cambio climático, realizando un especial énfasis en la valoración cualitativa y cuantitativa, a escala regional, de los cambios mencionados sobre el papel de sumideros y/o fuentes de los ecosistemas estudiados.
  - ✧ Estudiar la evolución del subsistema biogeosférico terrestre y sus repercusiones sobre la evolución del sistema climático.
  - ✧ Caracterizar y parametrizar los procesos de interacción de la radiación solar y la vegetación, realizando balances de radiación o radiación neta.
  - ✧ Estudiar los biogeoindicadores terrestres de los forzamientos del sistema climático de diferentes escalas temporales.
  - ✧ Elaborar métodos y modelos que sirvan tanto para analizar como para transmitir la información biogeosférica y microclimática relevante desde escalas de detalle espaciales y temporales a meso y macroescalas, estudiando los problemas de escalas y ciclos.
  - ✧ Cuantificar, evaluar y cartografiar:
    - ⇒ los regímenes de humedad y temperatura y el balance radiativo de los suelos;
    - ⇒ el papel de la litosfera y de la biosfera -potencial y actual- para actuar como fuentes y sumideros de los gases de efecto invernadero;
    - ⇒ cualquier otro dato litosférico y biosférico de interés para calibrar los modelos macro y mesoclimáticos.
  - ✧ Desarrollar modelos biogeosféricos de diversa índole que puedan acoplarse a los modelos de circulación general y a los modelos regionales.
- Modelos y escenarios climáticos:
  - ✧ Validar los principales modelos climáticos en las distintas regiones españolas y especialmente en la región mediterránea.
  - ✧ Desarrollar experimentos climáticos con modelos acoplados, en especial con los de océano profundo.
  - ✧ Preparar y evaluar científicamente un banco nacional de escenarios regionales de cambio climático como base para los estudios de riesgo e impacto climáticos.
  - ✧ Desarrollar modelos climáticos regionales a partir de modelos de circulación general, prestando particular atención a las interacciones tierra-mar y a los efectos topográficos.
  - ✧ Determinar los horizontes predictivos de los principales procesos implicados en la dinámica y evolución del sistema climático.
  - ✧ Colaborar con los grupos internacionales de investigación en el desarrollo de modelos y metodologías que evalúen el impacto de las emisiones históricas nacionales de gases de efecto invernadero sobre el calentamiento global (propuesta de Brasil).

# Anexo B.- Inventario autonómico de gases de efecto invernadero

Desglose por Comunidades Autónomas del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero para el período 1990-2001

## ESPAÑA

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>ESPAÑA</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>289.850,7</b>	<b>287.608,7</b>	<b>294.202,6</b>	<b>303.050,9</b>	<b>291.330,4</b>	<b>306.069,3</b>	<b>319.363,4</b>	<b>311.373,0</b>	<b>332.545,9</b>	<b>343.081,8</b>	<b>371.056,9</b>	<b>387.104,4</b>	<b>382.789,3</b>
<b>1. Proceso de la energía</b>	<b>216.943,3</b>	<b>216.943,3</b>	<b>224.356,1</b>	<b>234.037,4</b>	<b>224.575,5</b>	<b>233.166,1</b>	<b>244.816,0</b>	<b>232.346,1</b>	<b>251.636,5</b>	<b>259.501,9</b>	<b>283.914,7</b>	<b>296.516,0</b>	<b>295.177,3</b>
A. Actividades de combustión	210.269,3	210.269,3	217.909,9	227.514,8	218.466,8	227.296,5	239.427,3	226.710,7	245.410,7	253.079,9	278.214,3	290.325,1	288.861,7
1. Industrias del sector energético	77.998,6	77.998,6	78.779,4	86.529,4	80.294,3	80.562,9	86.538,1	73.915,3	85.886,7	84.860,4	100.899,6	105.456,4	99.841,8
2. Industrias manufactureras y de la construcción	46.247,3	46.247,3	47.576,6	46.449,9	45.099,8	49.632,0	55.077,0	49.154,1	55.032,8	55.779,0	58.279,5	61.822,5	61.817,4
3. Transporte	58.505,9	58.505,9	60.366,7	63.706,7	63.017,8	65.999,7	67.036,6	71.748,2	72.481,8	79.741,1	84.761,7	87.313,6	91.722,1
4. Otros sectores	27.517,7	27.517,7	31.186,2	30.829,6	30.015,0	31.101,9	30.775,6	31.893,0	32.009,3	32.699,4	34.273,5	35.642,6	35.480,4
5. Otros	6.674,0	6.674,0	6.447,2	6.522,6	6.148,7	5.869,6	5.388,7	5.635,4	6.425,8	6.422,0	5.700,3	6.281,0	6.315,6
B. Combustibles sólidos	4.310,7	4.310,7	4.079,5	4.062,8	3.547,4	3.011,4	2.733,1	2.980,3	3.627,7	3.427,7	2.982,8	3.206,8	3.130,4
2. Petróleo y gas natural	2.363,3	2.363,3	2.367,7	2.459,8	2.601,3	2.859,1	2.656,6	2.655,0	2.858,8	2.994,3	2.707,5	3.074,2	3.185,3
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>24.802,8</b>	<b>22.560,7</b>	<b>21.405,2</b>	<b>20.124,0</b>	<b>18.580,2</b>	<b>22.320,9</b>	<b>24.743,5</b>	<b>24.952,8</b>	<b>25.686,5</b>	<b>27.420,3</b>	<b>29.585,7</b>	<b>30.698,3</b>	<b>27.849,7</b>
A. Productos minerales	14.076,1	14.076,1	13.490,7	12.253,6	11.607,1	13.587,6	14.534,1	14.167,8	14.911,3	16.076,5	16.719,1	17.073,5	17.456,6
B. Industria química	3.596,8	3.596,8	3.351,7	2.876,9	2.345,7	2.830,8	3.060,4	3.130,1	3.021,0	2.849,6	3.009,3	2.961,1	2.700,5
C. Producción metalúrgica	2.390,5	2.428,9	2.322,5	2.167,1	2.301,6	2.368,6	2.409,7	2.351,9	2.495,1	2.524,7	2.478,1	2.239,7	2.139,1
D. Otras industrias	4.637,9	2.403,2	2.179,0	2.762,6	2.258,1	3.457,4	4.637,9	5.078,5	5.824,7	5.123,4	5.938,9	6.394,5	2.992,8
E. Producción de hidrocarburos y SF <sub>6</sub>	101,5	55,8	61,3	63,8	67,8	76,6	101,5	224,6	434,4	845,9	1.440,3	2.029,4	2.560,2
F. Consumo de hidrocarburos y SF <sub>6</sub>													
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>1.329,8</b>	<b>1.329,8</b>	<b>1.349,9</b>	<b>1.347,1</b>	<b>1.273,9</b>	<b>1.310,9</b>	<b>1.355,4</b>	<b>1.442,3</b>	<b>1.523,4</b>	<b>1.635,9</b>	<b>1.673,6</b>	<b>1.706,9</b>	<b>1.627,6</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>37.373,5</b>	<b>37.373,5</b>	<b>37.181,2</b>	<b>36.904,9</b>	<b>35.601,0</b>	<b>37.537,3</b>	<b>36.776,5</b>	<b>40.262,4</b>	<b>39.589,8</b>	<b>40.943,3</b>	<b>41.923,1</b>	<b>43.642,7</b>	<b>42.987,9</b>
A. Fermentación entérica	12.651,2	12.651,2	12.809,1	12.642,5	12.619,7	12.695,0	12.855,3	13.817,9	13.673,0	13.982,9	14.179,3	14.249,3	14.606,8
B. Gestión del estiércol	7.852,5	7.852,5	7.630,3	8.163,9	8.233,4	8.639,6	8.628,2	8.561,2	8.927,5	9.476,1	9.603,6	10.046,8	10.184,3
C. Cultivo de arroz	227,5	227,5	236,2	216,0	120,6	167,9	137,2	264,9	286,2	283,9	278,4	294,9	294,9
D. Suelos agrícolas	16.276,6	16.276,6	16.142,3	15.527,9	14.264,9	15.681,4	14.817,5	17.246,6	16.325,4	16.858,4	17.546,5	18.681,6	17.531,2
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas	365,8	365,8	364,4	354,7	362,4	353,3	338,3	371,7	377,6	341,9	315,2	370,2	370,2
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>	<b>9.401,3</b>	<b>9.401,3</b>	<b>9.910,2</b>	<b>10.637,5</b>	<b>11.299,8</b>	<b>11.734,1</b>	<b>11.672,1</b>	<b>12.369,4</b>	<b>13.109,7</b>	<b>13.580,5</b>	<b>13.959,9</b>	<b>14.540,4</b>	<b>15.146,8</b>
A. Depósito en vertederos	5.654,1	5.654,1	6.079,3	6.706,9	7.164,6	7.571,8	7.950,4	8.409,6	8.940,7	9.348,5	9.673,8	10.130,4	10.514,6
B. Tratamiento de aguas residuales	2.570,5	2.570,5	2.593,4	2.653,8	2.720,9	2.808,3	2.874,9	2.935,0	3.048,0	3.150,6	3.239,5	3.319,6	3.411,9
C. Incineración de residuos	972,8	972,8	943,0	941,5	1.038,2	963,4	441,7	605,2	686,9	645,2	588,6	570,6	653,7
D. Otros	253,9	253,9	294,6	335,3	376,1	390,6	405,1	419,6	434,1	436,1	478,0	519,8	566,5
<b>7. Otros</b>	<b>227.400,1</b>	<b>227.400,1</b>	<b>234.222,8</b>	<b>242.189,2</b>	<b>232.474,6</b>	<b>242.710,1</b>	<b>254.385,8</b>	<b>241.883,8</b>	<b>261.699,8</b>	<b>270.603,7</b>	<b>295.512,3</b>	<b>308.201,0</b>	<b>307.247,7</b>
CO <sub>2</sub>	30.285,9	30.285,9	30.562,4	31.609,2	32.003,7	33.080,5	33.758,1	35.425,9	36.452,9	37.698,5	38.089,3	39.316,9	40.329,4
CH <sub>4</sub>	26.635,3	26.635,3	26.390,0	25.644,2	23.732,4	25.956,6	25.690,2	28.006,1	27.361,1	28.080,3	29.410,3	30.299,3	29.483,2
N <sub>2</sub> O	4.665,4	4.665,4	2.175,0	2.762,6	2.258,4	3.453,2	4.645,4	5.196,8	6.125,9	5.809,0	7.163,9	8.171,4	5.287,8
HFC	790,4	790,4	781,8	793,8	783,1	790,4	759,4	784,3	749,7	695,5	404,8	228,8	228,8
PF <sub>6</sub>	93,6	93,6	61,3	63,8	67,5	75,7	93,6	101,3	121,9	140,6	185,5	211,0	212,3

# ANDALUCÍA

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>ANDALUCÍA</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>36.715,0</b>	<b>36.708,6</b>	<b>38.690,2</b>	<b>41.126,4</b>	<b>39.226,0</b>	<b>40.335,2</b>	<b>42.481,0</b>	<b>39.890,4</b>	<b>40.881,5</b>	<b>46.963,8</b>	<b>50.819,0</b>	<b>52.826,4</b>	<b>52.406,6</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>	<b>26.584,1</b>	<b>26.584,1</b>	<b>28.982,6</b>	<b>31.407,4</b>	<b>29.834,1</b>	<b>30.181,4</b>	<b>32.424,0</b>	<b>28.984,7</b>	<b>29.684,5</b>	<b>35.234,8</b>	<b>38.680,5</b>	<b>40.234,1</b>	<b>40.120,2</b>
A. Actividades de combustión	26.171,2	26.171,2	28.561,0	30.896,7	29.124,4	29.511,0	31.745,9	28.316,5	28.929,3	34.519,9	37.962,4	39.523,8	39.308,4
1. Industrias del sector energético	9.684,7	9.884,7	11.286,4	13.390,5	11.879,8	11.591,9	13.058,5	9.347,6	9.371,4	13.890,0	15.680,8	16.653,0	16.187,1
2. Industrias manufactureras y de la construcción	5.394,4	5.394,4	5.437,5	5.256,8	5.120,5	5.518,6	6.221,9	5.796,6	6.257,7	6.238,1	6.529,3	6.925,6	6.577,4
3. Transporte	7.778,8	7.778,8	8.191,5	8.914,2	8.870,3	9.044,0	9.194,1	9.762,9	10.056,9	11.076,0	12.264,7	12.461,5	13.077,5
4. Otros sectores	3.113,2	3.113,2	3.645,5	3.335,2	3.253,8	3.356,6	3.271,5	3.409,4	3.245,3	3.315,8	3.487,6	3.483,7	3.466,5
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	412,9	412,9	421,6	510,8	709,7	670,3	678,1	668,2	755,3	714,9	718,1	710,3	811,8
1. Combustibles sólidos	23,6	23,6	25,2	22,6	22,4	17,1	20,9	20,4	18,2	18,1	15,2	15,1	13,4
2. Petróleo y gas natural	389,3	389,3	396,4	488,2	687,3	653,3	657,2	647,7	737,1	696,8	702,9	695,2	798,4
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>3.281,1</b>	<b>3.274,7</b>	<b>3.090,7</b>	<b>2.919,4</b>	<b>2.900,2</b>	<b>3.118,2</b>	<b>3.302,6</b>	<b>3.265,0</b>	<b>3.540,7</b>	<b>3.722,0</b>	<b>3.811,8</b>	<b>3.959,9</b>	<b>4.007,0</b>
A. Productos minerales	2.692,6	2.692,6	2.564,6	2.362,2	2.433,2	2.517,2	2.648,5	2.622,6	2.805,6	2.965,4	2.924,5	2.953,7	2.932,9
B. Industria química	541,4	541,4	484,6	515,7	424,0	554,5	599,2	564,9	608,3	551,6	575,5	580,1	550,8
C. Producción metalúrgica	33,7	33,7	33,6	33,5	34,4	36,4	41,7	42,2	42,2	58,8	57,3	65,4	68,3
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	13,3	6,9	7,9	8,0	8,7	10,2	13,3	35,4	72,2	146,2	254,4	360,6	455,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>197,5</b>	<b>197,5</b>	<b>201,9</b>	<b>201,7</b>	<b>191,6</b>	<b>194,9</b>	<b>198,1</b>	<b>204,6</b>	<b>215,9</b>	<b>233,9</b>	<b>237,4</b>	<b>241,4</b>	<b>227,4</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>5.432,3</b>	<b>5.432,3</b>	<b>5.190,0</b>	<b>5.246,7</b>	<b>4.830,0</b>	<b>5.282,0</b>	<b>4.926,0</b>	<b>5.663,0</b>	<b>5.493,7</b>	<b>5.714,7</b>	<b>5.954,6</b>	<b>6.152,2</b>	<b>5.722,4</b>
A. Fermentación entrérica	1.605,3	1.605,3	1.450,0	1.522,6	1.441,8	1.508,6	1.464,1	1.559,1	1.485,0	1.680,8	1.596,6	1.545,2	1.417,3
B. Gestión del estiércol	793,7	793,7	778,2	857,2	865,3	862,8	842,7	853,0	849,2	911,2	985,4	1.024,7	1.032,7
C. Cultivo de arroz	85,7	85,7	86,9	51,7	7,3	15,3	3,8	82,9	94,4	92,9	97,2	98,2	98,2
D. Suelos agrícolas	2.852,8	2.852,8	2.781,4	2.723,0	2.428,8	2.808,8	2.533,5	3.076,4	2.962,8	2.942,3	3.203,4	3.380,6	3.070,8
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas	94,8	94,8	93,5	92,3	86,7	86,6	81,9	91,7	102,3	87,4	72,1	103,5	103,5
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>1.220,0</b>	<b>1.220,0</b>	<b>1.225,1</b>	<b>1.351,2</b>	<b>1.470,0</b>	<b>1.558,7</b>	<b>1.630,2</b>	<b>1.773,0</b>	<b>1.946,6</b>	<b>2.058,5</b>	<b>2.134,7</b>	<b>2.238,8</b>	<b>2.329,6</b>
A. Depósito en vertederos	633,5	633,5	652,0	760,5	901,5	980,2	1.066,5	1.169,4	1.318,2	1.414,5	1.507,9	1.587,0	1.668,7
B. Tratamiento de aguas residuales	404,6	404,6	415,8	423,5	433,0	443,0	445,8	447,9	458,2	466,6	471,5	475,4	480,8
C. Incineración de residuos	167,2	167,2	140,2	147,7	113,7	112,8	94,5	131,5	145,1	148,6	119,4	138,9	139,1
D. Otros	14,7	14,7	17,1	19,4	21,8	22,6	23,5	24,3	25,1	28,7	35,9	37,5	40,9
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>	29.063,6	29.063,6	31.348,0	33.500,8	31.994,7	32.429,1	34.710,9	31.229,5	32.135,4	37.800,8	41.159,1	42.707,9	42.532,6
CH <sub>4</sub>	3.483,0	3.483,0	3.311,7	3.548,4	3.559,5	3.736,5	3.788,8	4.122,1	4.262,0	4.589,9	4.667,6	4.755,8	4.761,9
N <sub>2</sub> O	4.155,1	4.155,1	4.022,7	4.069,2	3.663,1	4.159,4	3.968,0	4.503,4	4.411,9	4.427,0	4.737,9	5.002,1	4.657,1
HFC	1,4	1,4			0,1	0,2	1,4	21,5	54,6	124,5	222,6	323,0	415,6
PFC	0,1	0,1					0,1	0,9	2,1	3,6	5,4	7,5	9,7
SF <sub>6</sub>	11,8	6,9	7,9	8,0	8,6	10,0	11,8	13,0	15,5	18,1	26,5	30,1	29,8

# ARAGÓN

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>ARAGÓN</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	16.147,2	16.145,6	16.617,4	17.737,4	17.501,4	18.272,7	18.570,8	17.710,6	20.415,4	17.461,4	18.755,3	21.499,5	18.852,8
<b>1. Procesado de la energía</b>	12.567,7	12.567,7	13.001,4	13.734,1	13.766,4	14.145,4	14.541,0	13.428,7	15.746,9	13.067,6	14.038,0	16.458,4	13.839,1
A. Actividades de combustión	12.288,5	12.288,5	12.755,8	13.501,5	13.537,4	13.912,5	14.316,7	13.160,8	15.497,5	12.842,5	13.851,5	16.261,6	13.661,7
1. Industrias del sector energético	6.788,0	6.788,0	7.043,6	7.678,9	7.517,4	7.648,5	7.878,9	6.691,0	8.855,9	5.666,2	6.347,4	7.798,3	5.936,9
2. Industrias manufactureras y de la construcción	1.904,5	1.904,5	1.952,9	1.933,4	1.944,2	2.094,4	2.300,7	2.111,1	2.381,7	2.615,5	2.695,7	2.697,9	2.668,0
3. Transporte	2.181,1	2.181,1	2.286,4	2.402,4	2.525,6	2.521,9	2.583,1	2.719,6	2.552,6	2.838,1	2.991,7	3.885,5	3.185,5
4. Otros sectores	1.414,9	1.414,9	1.472,9	1.486,8	1.550,2	1.647,7	1.554,1	1.639,1	1.707,4	1.722,6	1.816,7	1.879,9	1.871,2
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	279,2	279,2	245,7	232,6	228,9	232,9	224,3	267,9	249,4	225,2	186,4	196,9	177,4
1. Combustibles sólidos	254,2	254,2	218,7	206,4	194,3	194,2	191,5	235,1	219,1	195,9	158,9	171,1	147,5
2. Petróleo y gas natural	24,9	24,9	27,0	26,2	34,7	38,7	32,8	32,7	30,3	29,3	27,5	25,7	29,9
<b>2. Procesos Industriales</b>	424,7	423,1	399,4	448,0	405,9	452,2	522,5	487,4	495,4	550,7	603,9	592,8	620,3
A. Productos minerales	333,3	333,3	318,8	367,4	336,3	315,9	370,4	330,6	338,0	375,2	405,0	386,5	388,9
B. Industria química	60,8	60,8	51,5	51,5	39,6	57,1	65,3	62,4	54,4	58,8	60,6	50,4	51,4
C. Producción metalúrgica	26,8	26,8	26,7	26,6	27,3	76,2	83,0	86,7	88,8	90,5	94,5	94,6	103,9
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	3,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,8	7,7	14,2	26,3	43,9	61,3	76,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	49,2	49,2	51,2	52,2	46,7	50,2	55,4	56,1	58,7	60,3	61,5	60,9	58,6
<b>4. Agricultura</b>	2.823,6	2.823,6	2.870,0	3.184,5	2.947,5	3.268,6	3.082,5	3.356,2	3.709,5	3.362,1	3.605,8	3.924,1	3.848,6
A. Fermentación entrérica	676,7	676,7	806,9	848,0	793,7	774,0	698,9	798,9	981,9	876,8	900,7	889,0	939,8
B. Gestión del estiércol	770,8	770,8	587,3	935,2	896,7	1.097,8	1.036,2	963,4	1.070,0	1.103,0	1.132,6	1.285,4	1.249,3
C. Cultivo de arroz	12,5	12,5	15,1	11,8	15,0	18,5	31,9	32,3	35,7	36,0	24,6	35,4	35,4
D. Suelos agrícolas	1.350,0	1.350,0	1.446,6	1.376,0	1.228,4	1.365,3	1.302,4	1.546,9	1.607,0	1.334,5	1.533,7	1.701,1	1.610,8
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas	13,6	13,6	14,0	13,4	13,8	13,0	13,1	14,7	15,0	11,8	14,3	13,2	13,2
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	282,0	282,0	295,4	318,7	334,8	356,2	369,4	382,2	404,9	420,7	446,2	463,3	486,3
A. Depósito en vertederos	174,6	174,6	185,1	206,2	216,4	239,1	253,1	267,7	287,4	304,9	327,7	349,2	371,6
B. Tratamiento de aguas residuales	80,2	80,2	82,1	83,4	85,1	87,3	87,2	86,7	88,8	89,7	89,9	89,7	89,9
C. Incineración de residuos	25,0	25,0	25,7	26,2	30,0	26,4	25,6	24,2	25,0	22,4	24,9	20,5	20,6
D. Otros	2,2	2,2	2,6	2,9	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	3,8	3,8	3,8	4,1
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
CO <sub>2</sub>	12.555,3	12.555,3	12.994,2	13.788,7	13.764,7	14.164,8	14.641,6	13.456,6	15.784,9	13.173,3	14.207,2	16.570,0	13.995,2
CH <sub>4</sub>	1.938,4	1.938,4	1.872,5	2.247,6	2.178,6	2.389,4	2.270,1	2.354,9	2.640,9	2.563,9	2.586,7	2.771,1	2.786,8
N <sub>2</sub> O	1.649,7	1.649,7	1.748,3	1.698,5	1.555,4	1.715,5	1.655,4	1.891,4	1.975,5	1.697,9	1.917,5	2.097,1	1.994,8
HFC	0,2	0,2			0,0	0,0	0,2	3,6	9,0	20,4	36,3	52,3	66,6
PFC	0,0	0,0			0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
SF <sub>6</sub>	3,6	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,6	4,0	4,9	5,3	6,8	7,7	7,9

# ASTURIAS

ASTURIAS		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>27.128,6</b>	<b>27.172,6</b>	<b>27.702,0</b>	<b>25.860,7</b>	<b>26.356,6</b>	<b>28.183,6</b>	<b>24.337,6</b>	<b>27.156,0</b>	<b>27.112,8</b>	<b>32.344,9</b>	<b>33.670,7</b>	<b>30.956,7</b>
<b>1. Proceso de la energía</b>		<b>23.575,1</b>	<b>23.505,4</b>	<b>24.475,2</b>	<b>22.643,8</b>	<b>23.045,4</b>	<b>24.700,2</b>	<b>20.824,6</b>	<b>23.417,8</b>	<b>23.456,2</b>	<b>28.578,7</b>	<b>29.978,3</b>	<b>27.133,0</b>
A. Actividades de combustión		20.773,4	20.887,6	21.860,1	20.423,2	21.109,7	22.884,1	18.818,6	21.050,9	21.026,8	26.449,3	27.680,6	24.775,6
1. Industrias del sector energético		13.921,6	13.921,6	13.930,5	13.171,2	13.334,4	14.829,5	10.819,1	13.049,1	13.674,5	19.145,8	20.233,8	17.143,0
2. Industrias manufactureras y de la construcción		4.493,3	4.493,3	5.286,1	4.820,4	5.162,1	5.422,6	5.275,9	5.258,6	4.345,9	4.307,6	4.412,8	4.450,6
3. Transporte		1.284,1	1.284,1	1.369,9	1.473,2	1.537,8	1.611,2	1.624,5	1.705,9	1.910,0	1.887,1	1.930,8	2.120,7
4. Otros sectores		1.074,4	1.074,4	1.155,5	952,4	1.075,5	1.020,7	1.099,1	1.037,4	1.096,5	1.108,8	1.103,2	1.061,3
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		2.801,7	2.801,7	2.617,8	2.220,6	1.935,7	1.816,1	2.005,9	2.366,9	2.429,4	2.129,4	2.297,7	2.357,5
1. Combustibles sólidos		2.798,4	2.798,4	2.613,4	2.211,9	1.926,6	1.807,2	1.995,9	2.358,9	2.418,7	2.117,5	2.285,0	2.343,0
2. Petróleo y gas natural		3,3	3,3	4,4	8,7	9,1	8,9	10,1	8,0	10,8	11,9	12,7	14,5
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>2.001,2</b>	<b>2.045,2</b>	<b>1.822,8</b>	<b>1.719,9</b>	<b>1.836,1</b>	<b>1.977,9</b>	<b>1.792,3</b>	<b>1.923,4</b>	<b>1.945,6</b>	<b>2.081,6</b>	<b>2.061,9</b>	<b>2.070,4</b>
A. Productos minerales		970,0	970,0	903,9	790,7	979,4	998,8	844,5	964,5	995,0	1.090,8	1.060,3	1.120,0
B. Industria química		455,6	455,6	482,3	410,1	431,7	524,7	506,8	479,6	450,1	487,5	479,0	424,4
C. Producción metalúrgica		570,8	616,7	566,2	505,5	421,7	449,7	432,9	465,2	475,2	461,6	465,2	455,7
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		4,7	2,9	3,1	3,3	3,3	4,7	8,1	14,1	25,3	41,7	57,5	70,2
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>37,1</b>	<b>37,1</b>	<b>37,2</b>	<b>34,8</b>	<b>35,0</b>	<b>35,6</b>	<b>36,4</b>	<b>38,3</b>	<b>41,0</b>	<b>42,0</b>	<b>42,2</b>	<b>40,2</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>1.165,4</b>	<b>1.165,4</b>	<b>1.148,3</b>	<b>1.089,7</b>	<b>1.124,3</b>	<b>1.112,8</b>	<b>1.218,2</b>	<b>1.262,2</b>	<b>1.211,7</b>	<b>1.233,6</b>	<b>1.211,2</b>	<b>1.266,5</b>
A. Fermentación entrérica		732,6	732,6	657,6	705,7	730,4	734,7	806,3	815,0	806,1	823,5	816,5	843,3
B. Gestión del estiércol		182,4	182,4	170,8	148,0	153,3	140,9	150,9	144,6	143,1	146,1	136,3	155,0
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas		248,8	248,8	242,1	234,5	239,1	235,6	259,6	300,3	260,8	262,2	257,1	266,9
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,3	1,7	1,8	1,4	1,4
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		<b>349,8</b>	<b>349,8</b>	<b>329,7</b>	<b>372,6</b>	<b>315,9</b>	<b>357,3</b>	<b>466,1</b>	<b>514,2</b>	<b>458,3</b>	<b>409,0</b>	<b>377,1</b>	<b>446,6</b>
A. Depósito en vertederos		246,2	246,2	261,3	229,7	216,9	205,4	195,2	186,5	168,8	152,7	138,2	125,0
B. Tratamiento de aguas residuales		58,5	58,5	59,7	61,0	63,6	63,8	63,9	65,8	66,4	66,9	67,2	67,4
C. Incineración de residuos		44,3	44,3	43,7	79,7	34,1	86,8	205,7	260,5	221,8	188,0	170,4	252,7
D. Otros		0,8	0,8	0,9	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>		23.798,4	23.798,4	24.562,7	22.825,4	23.364,0	25.202,3	21.310,0	24.127,2	24.308,2	29.462,7	30.812,5	28.143,1
CH <sub>4</sub>		2.181,4	2.181,4	2.090,5	2.012,4	1.868,9	1.768,8	1.824,7	1.798,5	1.634,2	1.634,5	1.606,7	1.617,5
N <sub>2</sub> O		1.066,5	1.066,5	1.004,3	963,5	1.037,5	1.130,3	1.112,5	1.130,6	1.065,3	1.134,7	1.122,0	1.065,0
HFC		0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	3,2	8,2	18,4	32,7	47,0	59,9
PFC		77,5	123,3	116,2	106,1	82,9	77,5	82,5	85,8	80,3	72,0	73,1	62,3
SF <sub>6</sub>		4,5	2,9	3,1	3,3	3,3	4,5	4,8	5,7	6,3	8,2	9,4	8,9

## ISLAS BALEARES

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>ISLAS BALEARES</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>5.898,1</b>	<b>5.897,2</b>	<b>6.052,4</b>	<b>5.879,4</b>	<b>5.735,0</b>	<b>6.179,8</b>	<b>6.474,7</b>	<b>7.118,7</b>	<b>7.157,9</b>	<b>7.765,4</b>	<b>8.357,2</b>	<b>8.671,4</b>	<b>8.906,3</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>	<b>5.153,2</b>	<b>5.153,2</b>	<b>5.256,1</b>	<b>5.170,8</b>	<b>5.034,9</b>	<b>5.354,1</b>	<b>5.590,5</b>	<b>6.173,3</b>	<b>6.242,9</b>	<b>6.785,7</b>	<b>7.354,1</b>	<b>7.727,3</b>	<b>7.977,5</b>
A. Actividades de combustión	2.476,0	2.476,0	2.564,7	2.491,2	2.542,2	2.722,4	2.825,1	3.016,5	3.159,5	3.447,5	3.858,3	3.926,5	4.355,9
1. Industrias del sector energético	406,9	406,9	374,4	340,0	313,6	359,4	420,0	377,0	450,5	460,0	465,0	490,8	492,4
2. Industrias manufactureras y de la construcción	1.818,8	1.818,8	1.803,0	1.870,5	1.735,2	1.797,6	1.851,0	2.300,3	2.154,7	2.498,3	2.498,3	2.726,2	2.577,1
3. Transporte	451,5	451,5	514,0	469,0	444,0	478,7	494,5	479,5	478,2	496,0	532,5	582,4	552,2
4. Otros sectores													
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0
1. Combustibles sólidos													
2. Petróleo y gas natural													
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>245,0</b>	<b>244,2</b>	<b>216,8</b>	<b>163,3</b>	<b>141,5</b>	<b>206,6</b>	<b>277,5</b>	<b>270,1</b>	<b>302,2</b>	<b>319,0</b>	<b>329,7</b>	<b>337,8</b>	<b>349,5</b>
A. Productos minerales	243,2	243,2	215,7	162,2	140,3	205,2	275,7	266,0	294,1	302,9	301,8	298,0	298,0
B. Industria química													
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	1,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4	1,8	4,1	8,2	16,1	28,0	39,8	51,5
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>21,3</b>	<b>21,3</b>	<b>22,3</b>	<b>21,9</b>	<b>21,1</b>	<b>21,4</b>	<b>22,0</b>	<b>23,0</b>	<b>24,1</b>	<b>26,4</b>	<b>27,2</b>	<b>28,2</b>	<b>27,3</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>299,0</b>	<b>299,0</b>	<b>348,7</b>	<b>297,2</b>	<b>290,9</b>	<b>330,7</b>	<b>307,3</b>	<b>358,5</b>	<b>300,8</b>	<b>360,7</b>	<b>376,0</b>	<b>306,8</b>	<b>279,5</b>
A. Fermentación entrérica	112,6	112,6	143,7	118,9	118,6	136,1	130,1	154,1	123,4	149,4	166,0	135,9	127,9
B. Gestión del estiércol	60,9	60,9	69,0	59,3	54,1	58,6	63,7	66,1	61,1	72,3	74,0	54,4	44,3
C. Cultivo de arroz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D. Suelos agrícolas	121,8	121,8	132,3	115,4	114,5	132,2	109,9	134,6	113,0	135,7	132,7	113,8	104,5
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,3	3,3	3,3	2,8	2,8
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>179,5</b>	<b>179,5</b>	<b>208,5</b>	<b>226,2</b>	<b>246,5</b>	<b>267,0</b>	<b>277,4</b>	<b>293,8</b>	<b>287,7</b>	<b>273,6</b>	<b>270,2</b>	<b>271,2</b>	<b>272,5</b>
A. Depósito en vertederos	124,7	124,7	151,8	167,7	186,2	204,9	214,2	230,8	223,6	208,5	204,2	204,2	204,3
B. Tratamiento de aguas residuales	50,8	50,8	52,5	54,1	55,7	57,2	57,7	58,2	59,0	60,0	60,9	61,9	62,8
C. Incineración de residuos	2,3	2,3	2,1	2,0	2,0	2,2	2,6	1,9	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1
D. Otros	1,8	1,8	2,1	2,4	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,3
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>	5.295,5	5.295,5	5.389,9	5.253,9	5.099,7	5.473,5	5.765,5	6.330,9	6.411,3	6.976,9	7.536,8	7.889,6	8.135,0
CH <sub>4</sub>	341,8	341,8	399,6	382,0	395,6	435,5	450,2	490,5	455,5	479,4	493,6	447,7	430,4
N <sub>2</sub> O	259,0	259,0	261,9	242,3	238,5	269,4	257,2	293,2	282,9	293,0	298,9	294,3	289,3
HFC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
PF <sub>6</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
SF <sub>6</sub>	1,7	1,7	1,1	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9	2,3	2,7	3,7	4,2	4,3

# CANARIAS

CANARIAS		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Emisiones (kt CO <sub>2</sub> equivalente)		Año Base											
<b>1. Procesado de la energía</b>		<b>8.694,3</b>	<b>8.659,9</b>	<b>8.813,3</b>	<b>8.859,7</b>	<b>9.066,2</b>	<b>9.102,1</b>	<b>10.600,3</b>	<b>10.884,8</b>	<b>11.585,5</b>	<b>13.716,4</b>	<b>14.194,4</b>	<b>14.681,8</b>
A. Actividades de combustión		8.085,2	8.044,5	8.070,2	8.071,1	8.246,2	8.249,7	9.677,8	9.904,5	10.449,7	12.597,4	12.905,4	13.291,9
1. Industrias del sector energético		3.711,6	3.736,2	3.729,1	3.992,2	4.018,3	4.033,5	4.059,1	4.208,9	4.504,0	5.195,1	5.612,0	5.713,8
2. Industrias manufactureras y de la construcción		570,8	513,1	552,3	523,6	500,6	607,6	677,8	705,2	619,0	626,3	624,3	429,0
3. Transporte		2.910,7	2.837,6	2.937,8	2.808,3	2.835,6	2.772,4	4.154,1	3.962,9	4.219,4	5.790,4	5.787,5	6.224,7
4. Otros sectores		892,1	941,6	836,1	731,9	876,1	820,6	771,5	1.011,8	1.091,5	970,0	866,1	908,2
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		14,9	15,9	14,8	15,1	15,7	15,6	15,3	15,7	15,7	15,6	15,5	16,1
1. Combustibles sólidos													
2. Petróleo y gas natural		14,9	15,9	14,8	15,1	15,7	15,6	15,3	15,7	15,7	15,6	15,5	16,1
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>24,6</b>	<b>18,3</b>	<b>15,2</b>	<b>14,4</b>	<b>11,9</b>	<b>10,5</b>	<b>12,7</b>	<b>21,0</b>	<b>113,7</b>	<b>63,0</b>	<b>88,3</b>	<b>114,0</b>
A. Productos minerales		21,6	16,7	13,6	12,5	9,7	7,5	4,9	4,9	80,8	5,5	5,7	6,3
B. Industria química													
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		3,0	1,4	1,6	1,8	2,2	3,0	7,8	16,1	33,0	57,4	82,6	107,7
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>41,3</b>	<b>41,4</b>	<b>42,0</b>	<b>40,8</b>	<b>41,7</b>	<b>43,7</b>	<b>45,4</b>	<b>48,5</b>	<b>53,1</b>	<b>54,3</b>	<b>56,6</b>	<b>54,6</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>209,2</b>	<b>207,3</b>	<b>212,7</b>	<b>224,3</b>	<b>222,3</b>	<b>218,4</b>	<b>242,6</b>	<b>225,6</b>	<b>209,1</b>	<b>195,5</b>	<b>273,1</b>	<b>286,4</b>
A. Fermentación entrérica		55,5	52,0	54,7	63,1	58,2	63,1	67,4	57,5	55,9	55,3	92,2	91,5
B. Gestión del estiércol		42,7	48,9	47,2	49,3	47,5	50,8	52,8	54,8	49,6	46,4	58,3	70,5
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas		103,8	99,3	103,7	104,7	109,4	97,4	115,3	107,3	97,7	88,9	116,9	118,8
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,1	7,1	6,0	5,8	4,9	5,6	5,6
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		<b>320,8</b>	<b>348,5</b>	<b>473,1</b>	<b>509,2</b>	<b>544,1</b>	<b>579,8</b>	<b>621,9</b>	<b>685,2</b>	<b>740,0</b>	<b>806,2</b>	<b>871,1</b>	<b>934,9</b>
A. Depósito en vertederos		214,7	238,9	359,9	392,4	423,7	453,5	489,7	546,8	594,8	651,6	709,7	766,3
B. Tratamiento de aguas residuales		102,9	106,3	109,8	113,2	116,6	122,4	128,3	134,5	141,1	147,6	154,3	161,0
C. Incineración de residuos		2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,8	2,8	2,9
D. Otros		1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	4,3	4,3	4,7
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>Año Base</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>		7.937,8	7.908,3	7.895,5	7.890,2	8.051,3	8.040,9	9.429,2	9.644,9	10.258,1	12.285,5	12.574,0	12.940,6
CH <sub>4</sub>		356,9	388,2	514,1	561,7	595,7	645,6	701,1	753,0	799,6	863,6	974,4	1.049,9
N <sub>2</sub> O		398,2	398,2	402,0	406,0	417,0	412,6	462,2	470,8	474,9	509,9	563,4	583,7
HFC		0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	4,7	12,1	28,0	50,7	74,6	99,0
PFC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,8	1,2	1,7	2,3
SF <sub>6</sub>		2,7	1,4	1,5	1,8	2,2	2,7	2,9	3,5	4,1	5,5	6,2	6,4

## CANTABRIA

CANTABRIA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>3.855,2</b>	<b>4.187,6</b>	<b>3.902,7</b>	<b>3.677,6</b>	<b>4.155,0</b>	<b>4.559,8</b>	<b>4.235,5</b>	<b>4.655,5</b>	<b>4.789,2</b>	<b>4.729,9</b>	<b>4.803,2</b>	<b>5.099,0</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>		<b>2.148,4</b>	<b>2.283,3</b>	<b>2.196,6</b>	<b>1.997,8</b>	<b>2.444,0</b>	<b>2.673,4</b>	<b>2.372,4</b>	<b>2.628,7</b>	<b>2.721,7</b>	<b>2.768,4</b>	<b>2.925,0</b>	<b>3.069,7</b>
A. Actividades de combustión		2.141,3	2.275,9	2.190,1	1.990,8	2.435,9	2.665,5	2.363,8	2.621,9	2.713,4	2.759,4	2.915,6	3.059,0
1. Industrias del sector energético		2,6	2,0	2,4	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
2. Industrias manufactureras y de la construcción		1.099,0	1.178,0	1.012,7	850,1	1.201,2	1.378,5	1.151,9	1.241,9	1.212,0	1.199,0	1.262,1	1.289,8
3. Transporte		726,8	730,0	801,2	787,7	852,3	926,3	845,7	1.001,3	1.135,2	1.180,9	1.254,8	1.370,7
4. Otros sectores		312,9	365,9	373,8	351,0	380,2	358,5	364,1	378,8	366,2	379,4	398,7	398,5
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		7,1	7,1	6,5	7,0	8,1	7,9	8,6	6,8	8,2	9,0	9,4	10,7
1. Combustibles sólidos		0,3	0,3	0,4	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Petróleo y gas natural		6,8	6,8	7,1	6,2	7,6	7,9	8,6	6,8	8,2	9,0	9,4	10,7
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>712,9</b>	<b>1.045,4</b>	<b>789,7</b>	<b>671,0</b>	<b>718,3</b>	<b>820,5</b>	<b>785,2</b>	<b>810,9</b>	<b>814,8</b>	<b>808,1</b>	<b>859,2</b>	<b>953,9</b>
A. Productos minerales		509,5	509,5	540,8	501,4	588,3	658,6	594,7	613,2	606,1	592,1	633,2	703,5
B. Industria química		5,0	5,0	6,2	8,4	8,9	7,8	8,2	9,2	9,3	9,2	8,6	8,9
C. Producción metalúrgica		196,5	196,5	177,8	160,0	119,7	152,3	178,7	181,8	187,2	186,4	189,1	206,4
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>			333,2	63,6									
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		1,9	1,1	1,2	1,2	1,5	1,9	3,6	6,6	12,2	20,4	28,3	35,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>18,9</b>	<b>18,9</b>	<b>19,1</b>	<b>18,4</b>	<b>19,0</b>	<b>19,2</b>	<b>20,7</b>	<b>21,6</b>	<b>23,1</b>	<b>23,6</b>	<b>23,6</b>	<b>22,9</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>858,2</b>	<b>858,2</b>	<b>902,3</b>	<b>847,1</b>	<b>821,4</b>	<b>887,0</b>	<b>889,3</b>	<b>1.014,1</b>	<b>1.039,5</b>	<b>956,1</b>	<b>835,5</b>	<b>904,9</b>
A. Fermentación entrérica		553,4	553,4	583,9	554,6	536,2	574,5	579,3	656,1	690,4	632,4	552,8	597,1
B. Gestión del estiércol		124,6	124,6	132,7	122,4	120,2	137,1	118,2	138,6	137,3	126,8	106,1	127,1
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas		179,2	179,2	184,7	169,2	164,1	174,4	190,8	218,4	211,1	196,5	176,2	180,3
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5	0,4	0,4
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		<b>116,9</b>	<b>116,9</b>	<b>125,2</b>	<b>134,9</b>	<b>143,4</b>	<b>159,8</b>	<b>167,9</b>	<b>180,3</b>	<b>190,2</b>	<b>173,7</b>	<b>159,8</b>	<b>147,5</b>
A. Depósito en vertederos		94,8	94,8	102,7	112,1	120,2	128,7	144,3	156,3	165,9	149,3	135,4	122,8
B. Tratamiento de aguas residuales		17,5	17,5	17,8	18,1	18,3	18,3	18,2	18,4	18,6	18,7	18,7	18,8
C. Incineración de residuos		2,9	2,9	2,8	2,5	2,8	2,8	2,6	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
D. Otros		1,7	1,7	1,9	2,2	2,5	2,6	2,7	2,9	2,9	2,9	2,9	3,1
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>		2.786,7	2.786,7	2.928,8	2.768,6	2.596,4	3.068,3	3.393,0	3.067,9	3.341,6	3.431,2	3.460,5	3.884,2
CH <sub>4</sub>		747,0	747,0	821,9	800,6	774,5	768,2	828,8	827,1	926,3	968,6	893,4	836,6
N <sub>2</sub> O		319,6	319,6	342,2	332,4	305,5	317,1	336,1	336,9	381,0	377,2	355,6	329,8
HFC		0,1	333,2	63,6		0,0	0,0	0,1	1,6	4,0	9,1	16,3	23,6
PFC		0,0						0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7
SF <sub>6</sub>		1,8	1,1	1,2	1,1	1,2	1,4	1,8	2,0	2,4	2,8	3,6	4,1

# CASTILLA-LA MANCHA

CASTILLA-LA MANCHA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>18.424,5</b>	<b>19.198,2</b>	<b>19.176,7</b>	<b>17.733,4</b>	<b>18.839,7</b>	<b>18.438,6</b>	<b>19.378,9</b>	<b>21.292,8</b>	<b>21.459,1</b>	<b>23.735,6</b>	<b>24.768,4</b>	<b>24.910,3</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>		<b>12.383,1</b>	<b>13.248,8</b>	<b>13.342,3</b>	<b>12.542,8</b>	<b>13.201,4</b>	<b>12.887,9</b>	<b>13.338,7</b>	<b>15.349,2</b>	<b>14.595,7</b>	<b>16.496,3</b>	<b>17.593,1</b>	<b>17.768,0</b>
A. Actividades de combustión		12.028,8	12.974,4	13.342,3	12.270,3	12.873,1	12.606,9	13.058,6	15.046,2	14.252,8	16.123,0	17.161,6	17.325,8
1. Industrias del sector energético		3.781,4	4.086,4	4.459,4	3.753,1	4.334,6	3.761,3	4.141,9	5.471,1	3.887,7	5.214,1	5.098,2	5.530,6
2. Industrias manufactureras y de la construcción		3.074,0	3.261,1	3.087,3	2.777,4	2.601,2	2.749,1	2.606,6	3.026,5	3.356,0	3.552,8	3.785,1	3.623,9
3. Transporte		3.467,3	3.712,2	3.884,4	3.783,5	3.913,4	4.077,3	4.180,9	4.421,3	4.817,9	5.000,4	5.795,1	5.704,1
4. Otros sectores		1.706,0	1.914,7	1.911,1	1.956,2	2.023,9	2.019,3	2.129,2	2.127,4	2.191,2	2.355,8	2.483,3	2.467,1
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		354,3	274,4	285,3	272,5	328,4	281,0	280,1	303,0	342,9	373,3	431,5	442,2
1. Combustibles sólidos		19,8	19,8	16,1	12,7	12,9	14,4	11,0	12,7	12,6	14,3	13,8	12,1
2. Petróleo y gas natural		334,4	256,9	269,2	259,8	315,5	266,6	269,1	290,3	330,3	359,0	417,7	430,1
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>1.789,2</b>	<b>1.705,9</b>	<b>1.534,9</b>	<b>1.400,2</b>	<b>1.719,3</b>	<b>1.737,6</b>	<b>1.718,4</b>	<b>1.762,9</b>	<b>2.157,1</b>	<b>2.268,2</b>	<b>2.278,1</b>	<b>2.328,5</b>
A. Productos minerales		1.390,8	1.303,9	1.331,8	1.033,5	1.268,6	1.354,6	1.213,2	1.298,8	1.681,7	1.777,8	1.764,0	1.821,3
B. Industria química		394,2	399,4	200,4	364,1	447,5	378,8	496,0	445,6	439,4	428,7	427,2	397,7
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		4,2	2,3	2,7	2,7	3,2	4,2	9,2	18,6	36,1	61,7	87,0	109,6
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>52,1</b>	<b>52,1</b>	<b>54,5</b>	<b>52,4</b>	<b>54,6</b>	<b>57,2</b>	<b>62,1</b>	<b>66,2</b>	<b>70,2</b>	<b>72,3</b>	<b>72,6</b>	<b>69,5</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>3.899,4</b>	<b>3.844,1</b>	<b>3.583,1</b>	<b>3.338,2</b>	<b>3.434,0</b>	<b>3.320,7</b>	<b>3.789,4</b>	<b>3.612,9</b>	<b>4.103,9</b>	<b>4.341,6</b>	<b>4.240,3</b>	<b>4.133,5</b>
A. Fermentación entrérica		1.153,9	1.153,9	1.060,7	1.117,6	1.021,2	1.022,9	1.122,8	1.046,8	1.108,8	1.264,1	1.122,6	1.125,6
B. Gestión del estiércol		508,9	460,8	470,1	459,1	497,7	522,2	561,3	644,9	753,4	772,8	702,8	774,2
C. Cultivo de arroz		0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,1	0,1	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
D. Suelos agrícolas		2.182,3	2.147,1	1.999,0	1.709,3	1.864,3	1.728,7	2.049,6	1.863,8	2.182,2	2.261,8	2.352,6	2.171,4
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		54,0	54,4	53,9	52,0	50,4	46,8	55,6	56,9	58,9	42,4	61,6	61,6
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>		<b>300,7</b>	<b>347,4</b>	<b>376,6</b>	<b>399,8</b>	<b>420,4</b>	<b>435,2</b>	<b>470,4</b>	<b>501,5</b>	<b>532,2</b>	<b>557,2</b>	<b>584,4</b>	<b>610,8</b>
A. Depósito en vertederos		102,9	143,8	166,1	187,7	208,5	224,2	246,5	267,1	293,5	319,3	340,3	360,1
B. Tratamiento de aguas residuales		120,9	124,9	127,5	131,2	135,7	140,4	144,7	152,4	159,6	165,6	171,4	177,9
C. Incineración de residuos		76,6	78,4	82,6	80,5	75,8	70,1	78,7	81,5	77,6	70,8	71,3	71,3
D. Otros		0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	1,4	1,4	1,4	1,6
<b>7. Otros</b>		<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>		13.555,1	13.555,1	14.308,2	14.636,9	13.392,1	14.298,9	14.006,9	16.362,2	16.015,8	17.930,0	18.995,3	19.215,4
CH <sub>4</sub>		1.836,6	1.836,6	1.842,4	1.759,8	1.810,4	1.875,4	2.049,6	2.102,0	2.280,3	2.483,9	2.317,8	2.418,4
N <sub>2</sub> O		3.028,5	3.028,5	3.045,2	2.777,4	2.717,1	2.552,1	2.955,1	2.810,1	3.126,9	3.260,0	3.368,4	3.166,8
HFC		0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	5,1	13,0	29,5	52,8	76,5	98,1
PFC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,9	1,3	1,8	2,3
SF <sub>6</sub>		3,9	2,3	2,5	2,7	3,1	3,9	3,9	5,1	5,7	7,6	8,7	9,2

# CASTILLA Y LEÓN

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>CASTILLA Y LEÓN</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>35.433,1</b>	<b>35.430,5</b>	<b>36.255,1</b>	<b>36.176,3</b>	<b>35.367,1</b>	<b>36.681,8</b>	<b>37.490,1</b>	<b>36.447,0</b>	<b>43.470,3</b>	<b>39.324,3</b>	<b>41.488,1</b>	<b>42.770,4</b>	<b>42.606,9</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>	<b>25.903,2</b>	<b>25.903,2</b>	<b>26.735,9</b>	<b>27.086,7</b>	<b>26.565,9</b>	<b>27.743,1</b>	<b>28.597,0</b>	<b>26.689,4</b>	<b>33.971,2</b>	<b>29.054,2</b>	<b>31.314,0</b>	<b>31.988,3</b>	<b>31.612,5</b>
A. Actividades de combustión	25.424,1	25.424,1	26.317,5	26.651,3	26.127,7	27.283,4	28.064,9	26.157,9	33.449,4	28.485,6	30.776,7	31.443,9	31.149,7
1. Industrias del sector energético	14.484,4	14.484,4	14.513,3	14.809,4	14.364,1	14.813,4	15.427,2	13.057,1	20.034,2	14.299,6	16.141,3	16.226,2	15.427,8
2. Industrias manufactureras y de la construcción	2.938,5	2.938,5	3.145,4	3.170,5	2.979,8	3.056,1	3.538,9	3.347,6	3.612,9	3.712,6	3.686,9	4.080,6	4.124,5
3. Transporte	4.763,5	4.763,5	5.140,6	5.127,7	5.142,4	5.516,4	5.636,8	5.835,7	5.778,7	6.275,0	6.519,7	6.627,1	7.162,1
4. Otros sectores	3.237,7	3.237,7	3.518,3	3.543,7	3.641,3	3.897,5	3.462,0	3.917,5	4.023,6	4.198,3	4.428,8	4.510,0	4.435,4
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	479,1	479,1	418,4	435,5	438,2	459,7	532,0	531,5	521,8	568,6	537,3	544,4	462,8
1. Combustibles sólidos	455,0	455,0	392,0	409,5	410,8	431,8	507,2	501,0	497,3	541,1	507,3	511,3	425,5
2. Petróleo y gas natural	24,1	24,1	26,4	26,0	27,3	27,9	24,8	30,5	24,5	27,4	30,0	33,2	37,3
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>1.186,2</b>	<b>1.183,6</b>	<b>1.190,0</b>	<b>1.034,9</b>	<b>767,0</b>	<b>789,9</b>	<b>857,3</b>	<b>909,4</b>	<b>903,7</b>	<b>982,6</b>	<b>1.011,1</b>	<b>1.216,7</b>	<b>1.270,3</b>
A. Productos minerales	830,5	830,5	836,8	810,8	687,7	747,6	811,2	859,5	841,3	894,8	887,1	1.055,7	1.075,1
B. Industria química	283,0	283,0	289,2	180,2	21,1	25,8	26,6	24,0	23,6	21,4	22,1	21,4	23,6
C. Producción metalúrgica	67,0	67,0	60,6	40,3	54,5	12,3	13,8	12,4	12,4	14,3	13,4	15,3	16,6
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	5,7	3,1	3,4	3,6	3,8	4,2	5,7	13,5	26,4	52,1	88,4	124,3	154,9
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>90,0</b>	<b>90,0</b>	<b>89,3</b>	<b>90,5</b>	<b>85,5</b>	<b>89,0</b>	<b>92,2</b>	<b>96,5</b>	<b>102,7</b>	<b>111,1</b>	<b>114,0</b>	<b>114,4</b>	<b>108,1</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>7.680,7</b>	<b>7.680,7</b>	<b>7.635,9</b>	<b>7.284,9</b>	<b>7.224,7</b>	<b>7.294,6</b>	<b>7.147,2</b>	<b>7.892,8</b>	<b>7.582,7</b>	<b>8.223,8</b>	<b>8.072,2</b>	<b>8.421,7</b>	<b>8.545,6</b>
A. Fermentación entrérica	2.860,2	2.860,2	2.832,8	2.702,0	2.762,2	2.669,0	2.660,6	2.913,7	2.860,6	2.895,4	2.876,0	2.881,7	3.161,4
B. Gestión del estiércol	1.212,9	1.212,9	1.214,2	1.233,6	1.313,1	1.258,9	1.234,7	1.162,7	1.287,3	1.368,4	1.267,9	1.387,1	1.453,6
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas	3.566,7	3.566,7	3.549,4	3.314,9	3.101,0	3.323,6	3.213,2	3.769,4	3.395,7	3.914,9	3.879,4	4.102,2	3.879,9
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas	40,9	40,9	39,5	34,4	48,3	43,2	38,7	47,1	39,2	45,2	48,9	50,7	50,7
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>573,1</b>	<b>573,1</b>	<b>603,9</b>	<b>679,2</b>	<b>724,1</b>	<b>765,2</b>	<b>796,5</b>	<b>858,8</b>	<b>910,1</b>	<b>952,6</b>	<b>976,8</b>	<b>1.029,4</b>	<b>1.070,5</b>
A. Depósito en vertederos	396,5	396,5	423,0	494,4	529,4	564,4	589,5	636,1	665,8	699,6	711,9	751,7	776,5
B. Tratamiento de aguas residuales	127,9	127,9	129,9	131,0	132,4	135,7	150,5	164,3	182,3	199,0	214,6	228,9	244,1
C. Incineración de residuos	39,9	39,9	40,7	42,2	49,3	51,5	42,5	43,8	46,9	43,1	39,5	37,9	38,0
D. Otros	8,8	8,8	10,2	11,7	13,1	13,6	14,1	14,6	15,1	10,9	10,9	10,9	11,8
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
CO <sub>2</sub>	25.982,6	25.982,6	26.838,9	27.161,2	26.524,5	27.657,3	28.489,5	26.630,2	33.858,0	28.940,8	31.209,3	32.040,2	31.752,5
CH <sub>4</sub>	4.945,0	4.945,0	4.895,1	4.850,4	5.049,5	4.977,4	5.057,9	5.308,5	5.426,8	5.637,5	5.522,9	5.688,4	5.989,2
N <sub>2</sub> O	4.499,9	4.499,9	4.517,7	4.161,0	3.789,4	4.042,8	3.937,0	4.494,8	4.159,2	4.693,8	4.667,5	4.917,5	4.710,2
HFC	0,5	0,5	0,1	0,1	0,0	0,1	0,5	7,6	19,1	43,2	76,7	110,5	140,5
PFC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	1,2	1,9	2,6	3,3
SF <sub>6</sub>	5,2	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1	5,2	5,6	6,5	7,7	9,9	11,2	11,2

# CATALUÑA

CATALUÑA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>39.282,0</b>	<b>37.132,6</b>	<b>39.585,5</b>	<b>38.040,1</b>	<b>41.693,8</b>	<b>46.683,2</b>	<b>45.798,0</b>	<b>47.628,9</b>	<b>48.485,6</b>	<b>51.695,7</b>	<b>53.694,6</b>	<b>52.270,3</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>		<b>26.458,7</b>	<b>27.354,5</b>	<b>28.503,7</b>	<b>27.111,7</b>	<b>29.085,1</b>	<b>32.782,5</b>	<b>31.166,3</b>	<b>32.761,9</b>	<b>33.614,5</b>	<b>35.203,9</b>	<b>36.349,8</b>	<b>37.359,1</b>
A. Actividades de combustión		26.087,4	26.972,4	28.122,1	26.741,8	28.617,0	32.298,5	30.677,4	32.099,8	32.899,8	34.759,5	35.803,5	36.731,4
1. Industrias del sector energético		4.106,9	4.106,9	4.233,2	3.550,1	3.551,3	4.063,8	4.675,2	5.114,8	4.918,2	5.484,2	5.486,4	5.472,5
2. Industrias manufactureras y de la construcción		7.900,4	7.900,4	7.673,0	7.798,9	9.036,8	11.421,7	8.925,8	10.399,1	10.755,4	11.476,9	11.927,9	12.152,0
3. Transporte		10.566,6	10.566,6	11.394,3	10.921,6	11.915,9	11.971,7	12.333,5	11.844,2	12.782,2	13.212,5	13.406,7	13.883,5
4. Otros sectores		3.513,4	3.513,4	4.375,2	4.471,2	4.113,1	5.141,3	4.743,0	4.741,7	4.443,9	4.585,9	4.982,6	5.223,3
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		371,3	382,1	381,6	370,0	468,1	484,0	489,0	662,1	714,7	444,4	546,2	627,7
1. Combustibles sólidos		71,2	71,2	68,3	74,2	78,7	84,4	95,6	110,2	87,7	70,7	70,4	59,2
2. Petróleo y gas natural		300,1	311,9	313,3	295,8	389,4	399,6	393,4	551,9	627,0	373,7	475,9	568,5
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>6.968,4</b>	<b>4.819,0</b>	<b>5.089,9</b>	<b>4.780,1</b>	<b>6.216,5</b>	<b>7.282,2</b>	<b>7.653,7</b>	<b>7.845,7</b>	<b>7.631,2</b>	<b>8.858,8</b>	<b>9.372,4</b>	<b>6.865,5</b>
A. Productos minerales		3.120,8	3.120,8	2.822,8	2.420,2	3.082,4	3.449,2	3.563,4	3.547,7	3.839,1	3.882,4	3.984,8	4.110,2
B. Industria química		80,8	84,6	85,6	61,2	59,6	63,7	41,0	49,7	49,2	52,7	51,0	48,2
C. Producción metalúrgica		26,8	26,7	26,6	27,3	28,9	29,3	29,6	31,7	33,4	37,4	37,5	41,1
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>		3.720,6	1.719,9	2.655,9	2.258,1	3.030,3	3.720,6	3.980,9	4.144,4	3.573,1	4.657,7	4.978,6	2.266,0
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		19,3	12,0	12,5	13,3	15,2	19,3	38,7	72,1	136,5	228,6	320,5	400,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>236,6</b>	<b>240,7</b>	<b>236,6</b>	<b>219,1</b>	<b>225,1</b>	<b>228,7</b>	<b>246,1</b>	<b>260,7</b>	<b>279,4</b>	<b>285,4</b>	<b>290,4</b>	<b>279,0</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>4.280,0</b>	<b>4.160,4</b>	<b>4.147,1</b>	<b>4.219,1</b>	<b>4.289,2</b>	<b>4.371,4</b>	<b>4.573,0</b>	<b>4.448,7</b>	<b>4.521,1</b>	<b>4.745,8</b>	<b>4.932,4</b>	<b>4.848,4</b>
A. Fermentación entrérica		989,6	985,4	918,9	933,0	966,4	1.031,9	1.078,8	1.055,4	1.092,5	1.091,0	1.123,2	1.120,0
B. Gestión del estiércol		1.917,2	1.861,0	1.913,9	1.995,8	1.972,5	2.016,6	2.055,0	2.033,3	2.146,3	2.301,3	2.381,5	2.358,1
C. Cultivo de arroz		50,4	51,7	56,8	54,2	51,7	56,8	54,4	54,3	54,8	54,4	53,4	53,4
D. Suelos agrícolas		1.300,5	1.300,5	1.234,7	1.213,4	1.276,1	1.243,7	1.362,1	1.282,5	1.207,5	1.278,5	1.352,8	1.295,4
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas		22,2	22,5	22,9	22,8	22,4	22,4	22,8	23,3	20,1	20,6	21,4	21,4
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		<b>1.338,4</b>	<b>1.459,6</b>	<b>1.608,1</b>	<b>1.710,0</b>	<b>1.877,9</b>	<b>2.018,5</b>	<b>2.158,9</b>	<b>2.311,9</b>	<b>2.439,5</b>	<b>2.601,8</b>	<b>2.749,7</b>	<b>2.918,4</b>
A. Depósito en vertederos		809,3	897,4	1.011,9	1.082,4	1.215,8	1.317,8	1.421,8	1.525,5	1.620,1	1.736,7	1.845,0	1.954,0
B. Tratamiento de aguas residuales		398,5	398,5	431,2	446,9	474,6	506,8	538,4	580,5	622,1	664,5	703,9	747,5
C. Incineración de residuos		23,5	23,5	23,6	22,1	22,7	23,1	21,8	22,8	23,1	23,0	22,5	22,5
D. Otros		107,1	107,1	141,4	158,6	164,7	170,8	177,0	183,1	174,2	177,6	178,4	194,4
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>		28.652,4	28.652,4	29.221,5	29.815,8	28.577,1	31.036,5	34.881,3	33.496,6	34.897,5	35.982,4	38.999,1	40.013,2
CH <sub>4</sub>		4.351,1	4.351,1	4.431,6	4.577,2	4.780,7	5.013,4	5.340,1	5.548,3	5.834,3	6.123,3	6.160,3	6.739,1
N <sub>2</sub> O		2.538,6	2.538,6	2.496,1	2.524,1	2.460,9	2.598,3	2.721,9	2.733,4	2.680,6	2.670,4	2.805,7	2.851,9
HFC		3.721,8	1.579,5	1.719,9	2.655,9	2.258,1	3.030,4	3.721,8	3.999,2	4.191,0	4.847,1	5.253,4	2.620,5
PFC		0,1					0,1	0,1	0,8	1,8	3,1	6,4	8,2
SF <sub>6</sub>		18,1	11,0	12,0	12,5	13,2	15,1	18,1	19,7	23,7	27,4	34,5	37,3

# COMUNIDAD VALENCIANA

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>COMUNIDAD VALENCIANA</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
<b>1. Procesado de la energía</b>	<b>12.563,1</b>	<b>12.563,1</b>	<b>13.329,9</b>	<b>14.136,6</b>	<b>13.364,2</b>	<b>14.179,7</b>	<b>15.825,0</b>	<b>15.483,6</b>	<b>16.705,5</b>	<b>18.785,1</b>	<b>21.018,6</b>	<b>21.098,0</b>	<b>21.596,8</b>
A. Actividades de combustión	12.289,8	12.289,8	13.079,0	13.876,6	13.111,0	13.807,3	15.553,7	15.215,4	16.461,6	18.506,0	20.758,5	20.822,8	21.299,9
1. Industrias del sector energético	701,3	701,3	900,2	1.171,0	589,8	497,8	901,7	665,3	566,3	1.186,7	2.498,1	2.190,8	1.946,3
2. Industrias manufactureras y de la construcción	4.664,3	4.664,3	4.813,3	5.100,3	4.982,4	5.283,8	6.391,1	6.085,3	6.954,4	7.345,1	7.905,7	8.506,7	8.556,5
3. Transporte	5.383,4	5.383,4	5.615,0	5.952,6	5.991,3	6.428,0	6.595,7	6.828,6	7.320,5	8.302,0	8.597,4	8.337,9	9.060,5
4. Otros sectores	1.540,8	1.540,8	1.750,5	1.652,8	1.547,5	1.597,8	1.665,2	1.636,2	1.620,4	1.672,3	1.757,3	1.787,3	1.736,6
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	273,4	273,4	250,8	260,0	253,1	372,4	271,3	268,2	243,9	249,0	260,1	275,2	296,9
1. Combustibles sólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Petróleo y gas natural	273,4	273,4	250,8	260,0	253,1	372,4	271,3	268,1	243,9	249,0	260,1	275,2	296,9
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>2.143,5</b>	<b>2.139,0</b>	<b>1.962,7</b>	<b>1.747,3</b>	<b>1.538,6</b>	<b>1.922,1</b>	<b>2.036,4</b>	<b>2.027,5</b>	<b>2.194,9</b>	<b>2.271,9</b>	<b>2.405,0</b>	<b>2.510,6</b>	<b>2.401,5</b>
A. Productos minerales	1.455,9	1.455,9	1.370,1	1.211,1	1.112,4	1.330,6	1.401,6	1.368,6	1.548,9	1.621,7	1.648,1	1.704,8	1.608,0
B. Industria química	678,0	678,0	587,0	530,4	420,0	584,6	625,2	637,1	602,9	565,8	612,8	602,1	533,6
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	9,5	5,0	5,5	5,8	6,2	6,9	9,5	21,9	43,1	84,3	144,2	203,7	260,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>128,8</b>	<b>128,8</b>	<b>133,6</b>	<b>133,2</b>	<b>125,8</b>	<b>131,9</b>	<b>136,0</b>	<b>145,3</b>	<b>152,5</b>	<b>161,9</b>	<b>164,9</b>	<b>172,9</b>	<b>163,7</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>1.659,2</b>	<b>1.659,2</b>	<b>1.612,4</b>	<b>1.579,8</b>	<b>1.542,9</b>	<b>1.729,4</b>	<b>1.657,5</b>	<b>1.822,8</b>	<b>1.850,7</b>	<b>1.891,9</b>	<b>1.911,0</b>	<b>1.877,5</b>	<b>1.742,8</b>
A. Fermentación entrérica	201,6	201,6	196,9	187,2	184,9	196,0	187,2	194,5	228,5	223,7	225,4	242,2	216,3
B. Gestión del estiércol	402,4	402,4	396,9	406,3	427,1	482,0	496,1	502,8	540,1	522,5	543,3	526,3	526,4
C. Cultivo de arroz	39,7	39,7	39,7	39,7	39,4	39,7	39,2	41,1	41,5	41,7	36,4	37,1	37,1
D. Suelos agrícolas	962,6	962,6	926,1	893,9	838,7	959,0	882,4	1.031,7	983,8	1.053,7	1.055,2	1.023,1	914,4
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas	52,9	52,9	52,9	52,8	52,8	52,7	52,6	52,8	56,9	51,4	50,7	48,6	48,6
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>681,2</b>	<b>681,2</b>	<b>759,9</b>	<b>780,8</b>	<b>807,5</b>	<b>828,4</b>	<b>835,3</b>	<b>875,3</b>	<b>929,5</b>	<b>969,6</b>	<b>995,3</b>	<b>1.021,2</b>	<b>1.031,3</b>
A. Depósito en vertederos	348,8	348,8	413,9	422,4	436,4	446,9	447,4	482,3	527,4	551,4	573,1	556,3	550,5
B. Tratamiento de aguas residuales	272,0	272,0	279,8	286,4	293,8	301,7	305,2	308,3	315,0	321,4	326,4	331,2	336,7
C. Incineración de residuos	20,6	20,6	20,0	19,4	18,3	18,5	19,1	19,0	19,1	19,7	18,6	18,8	18,9
D. Otros	39,8	39,8	46,2	52,6	59,0	61,2	63,5	65,8	68,0	77,1	77,1	114,9	125,2
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
CO <sub>2</sub>	13.730,7	13.730,7	14.381,3	14.995,3	14.145,4	15.140,4	16.803,6	16.460,5	17.854,6	19.913,1	22.122,7	22.242,5	22.627,8
CH <sub>4</sub>	1.229,1	1.229,1	1.302,1	1.329,3	1.377,0	1.481,2	1.492,7	1.559,7	1.653,0	1.690,3	1.702,2	1.745,6	1.741,7
N <sub>2</sub> O	2.206,5	2.206,5	2.109,4	2.047,2	1.850,3	2.163,1	2.184,4	2.312,6	2.282,6	2.362,6	2.525,8	2.488,3	2.306,7
HFC	0,8	0,8			0,0	0,1	0,8	11,8	30,1	68,7	123,0	178,8	233,3
PFC	0,0	0,0					0,0	0,5	1,1	2,0	3,0	4,2	5,4
SF <sub>6</sub>	8,7	5,0	5,5	5,8	6,1	6,8	8,7	9,6	11,8	13,7	18,2	20,7	21,2

# EXTREMADURA

EXTREMADURA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>5.731,7</b>	<b>5.811,0</b>	<b>5.900,8</b>	<b>5.765,6</b>	<b>6.255,1</b>	<b>6.132,5</b>	<b>6.393,6</b>	<b>6.579,5</b>	<b>6.772,9</b>	<b>7.132,7</b>	<b>8.023,3</b>	<b>8.335,6</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>		<b>2.444,7</b>	<b>2.614,4</b>	<b>2.615,6</b>	<b>2.630,0</b>	<b>2.735,2</b>	<b>2.713,2</b>	<b>2.760,9</b>	<b>3.061,6</b>	<b>3.192,0</b>	<b>3.248,7</b>	<b>3.536,7</b>	<b>3.721,3</b>
A. Actividades de combustión		2.444,7	2.614,4	2.615,6	2.630,0	2.735,2	2.713,2	2.760,9	3.061,6	3.192,0	3.248,7	3.536,7	3.721,3
1. Industrias del sector energético		1,8	0,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Industrias manufactureras y de la construcción		581,4	583,4	560,9	567,5	599,9	663,9	577,9	668,2	628,8	594,5	675,9	689,3
3. Transporte		1.248,7	1.346,6	1.399,8	1.402,1	1.436,3	1.366,9	1.462,5	1.661,0	1.816,7	1.855,0	2.035,1	2.219,2
4. Otros sectores		612,9	683,7	653,7	660,3	699,0	682,5	720,5	732,5	746,5	796,8	822,3	810,2
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,3	3,5	2,7
1. Combustibles sólidos													
2. Petróleo y gas natural										0,0	0,2	2,3	2,7
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>19,0</b>	<b>18,3</b>	<b>18,5</b>	<b>18,2</b>	<b>19,3</b>	<b>22,5</b>	<b>26,0</b>	<b>37,5</b>	<b>50,7</b>	<b>65,5</b>	<b>85,0</b>	<b>100,4</b>
A. Productos minerales		0,8	0,8	0,9	0,7	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
B. Industria química													
C. Producción metalúrgica		16,9	16,9	16,7	17,2	18,2	20,8	21,1	27,3	29,4	28,7	32,7	34,1
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		1,3	0,6	0,7	0,8	0,9	1,3	4,6	10,0	21,0	36,6	52,0	66,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>35,7</b>	<b>35,7</b>	<b>34,9</b>	<b>32,0</b>	<b>33,6</b>	<b>36,6</b>	<b>40,7</b>	<b>43,3</b>	<b>47,2</b>	<b>48,0</b>	<b>49,4</b>	<b>47,6</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>2.966,3</b>	<b>2.966,3</b>	<b>2.937,7</b>	<b>2.768,6</b>	<b>3.139,8</b>	<b>3.029,4</b>	<b>3.214,5</b>	<b>3.060,4</b>	<b>3.079,0</b>	<b>3.349,9</b>	<b>3.907,1</b>	<b>4.000,3</b>
A. Fermentación entrérica		1.332,0	1.332,0	1.312,0	1.330,9	1.430,5	1.494,8	1.536,4	1.479,2	1.428,6	1.497,4	1.713,8	1.813,6
B. Gestión del estiércol		409,6	409,6	414,2	385,7	448,5	399,9	359,6	308,4	428,4	443,3	551,9	579,9
C. Cultivo de arroz		35,7	35,7	39,1	53,2	39,1	0,4	49,0	54,2	51,9	59,7	64,7	64,7
D. Suelos agrícolas		1.170,0	1.170,0	1.142,2	1.034,7	1.204,5	1.119,3	1.250,6	1.201,0	1.156,1	1.330,2	1.557,5	1.522,9
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		18,9	18,8	17,5	17,3	17,2	15,0	18,9	17,6	14,0	19,2	19,3	19,3
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		<b>266,0</b>	<b>266,0</b>	<b>271,1</b>	<b>316,9</b>	<b>327,1</b>	<b>330,8</b>	<b>351,4</b>	<b>376,7</b>	<b>403,8</b>	<b>420,7</b>	<b>445,1</b>	<b>465,9</b>
A. Depósito en vertederos		162,1	162,1	168,7	205,2	219,9	227,5	243,7	264,7	287,4	308,8	328,5	348,3
B. Tratamiento de aguas residuales		67,7	67,7	69,2	71,0	72,3	72,4	72,0	74,0	75,3	75,7	75,9	76,6
C. Incineración de residuos		34,6	31,3	33,5	38,4	32,5	28,4	33,1	35,3	37,5	32,5	37,1	37,1
D. Otros		1,6	1,6	1,8	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6	3,6	3,6	4,0
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>		2.413,3	2.413,3	2.576,1	2.591,5	2.692,9	2.668,1	2.714,3	3.010,5	3.143,1	3.194,4	3.477,6	3.658,9
CH <sub>4</sub>		1.966,2	1.966,2	2.019,3	1.957,5	2.168,4	2.165,7	2.238,7	2.161,3	2.252,8	2.363,9	2.709,3	2.854,2
N <sub>2</sub> O		1.351,0	1.351,0	1.320,3	1.215,7	1.392,8	1.297,4	1.436,0	1.397,7	1.356,0	1.537,9	1.784,3	1.756,6
HFC		0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,2	8,2	18,6	33,2	48,0	61,4
PFC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,8	1,1	1,4
SF <sub>6</sub>		1,1	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,6	2,9	3,1

## GALICIA

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>GALICIA</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>28.391,9</b>	<b>28.381,0</b>	<b>27.876,5</b>	<b>29.927,5</b>	<b>29.805,0</b>	<b>29.584,4</b>	<b>31.239,1</b>	<b>30.329,3</b>	<b>29.436,9</b>	<b>32.975,5</b>	<b>33.356,2</b>	<b>34.646,6</b>	<b>35.043,7</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>	<b>23.756,7</b>	<b>23.756,7</b>	<b>23.076,6</b>	<b>24.948,6</b>	<b>24.877,3</b>	<b>24.308,7</b>	<b>25.757,8</b>	<b>24.574,7</b>	<b>23.794,7</b>	<b>27.202,7</b>	<b>27.540,4</b>	<b>28.959,1</b>	<b>29.439,1</b>
A. Actividades de combustión	23.318,4	23.318,4	22.662,7	24.511,6	24.481,3	23.893,3	25.346,3	24.142,5	23.386,1	26.807,7	27.233,8	28.517,7	29.050,3
1. Industrias del sector energético	14.605,1	14.605,1	13.568,1	15.317,8	15.229,7	14.234,6	15.532,8	14.177,4	12.782,8	15.302,5	15.521,6	16.242,9	16.587,8
2. Industrias manufactureras y de la construcción	2.317,1	2.317,1	2.398,8	2.424,9	2.323,8	2.403,3	2.586,0	2.528,2	2.813,1	3.231,8	3.403,6	3.677,9	3.524,8
3. Transporte	3.533,5	3.533,5	3.784,7	3.893,2	4.055,3	4.196,8	4.334,4	4.442,7	4.973,0	5.435,4	5.402,8	5.429,6	5.906,5
4. Otros sectores	2.862,7	2.862,7	2.911,1	2.875,8	2.872,6	3.058,5	2.893,1	2.994,2	2.817,1	2.838,0	2.905,8	3.167,3	3.031,2
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	438,2	438,2	413,9	437,1	395,9	415,4	411,5	432,2	408,5	395,0	306,6	421,4	388,8
1. Combustibles sólidos	26,4	26,4	25,2	26,8	22,9	19,6	21,9	19,6	19,1	20,7	19,3	19,2	18,8
2. Petróleo y gas natural	411,8	411,8	388,7	410,3	373,1	395,8	389,6	412,6	389,4	374,3	287,3	402,2	370,0
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>1.404,0</b>	<b>1.393,0</b>	<b>1.350,2</b>	<b>1.340,9</b>	<b>1.334,9</b>	<b>1.564,8</b>	<b>1.659,9</b>	<b>1.622,3</b>	<b>1.643,7</b>	<b>1.666,0</b>	<b>1.650,8</b>	<b>1.407,3</b>	<b>1.301,5</b>
A. Productos minerales	210,5	210,5	208,7	204,5	173,9	200,3	243,5	237,5	221,0	238,3	223,3	234,0	231,5
B. Industria química	37,6	37,6	32,7	31,4	28,4	28,4	32,4	31,5	28,8	28,8	29,7	24,0	25,1
C. Producción metalúrgica	1.147,6	1.140,2	1.103,8	1.099,8	1.127,0	1.329,8	1.375,8	1.336,4	1.362,7	1.339,5	1.297,9	1.009,5	869,6
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	8,2	4,6	5,0	5,1	5,6	6,3	8,2	16,9	31,2	59,4	99,9	139,8	175,3
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>96,6</b>	<b>96,6</b>	<b>95,6</b>	<b>96,3</b>	<b>91,6</b>	<b>95,0</b>	<b>96,9</b>	<b>101,5</b>	<b>106,3</b>	<b>114,3</b>	<b>117,8</b>	<b>122,7</b>	<b>117,4</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>2.721,2</b>	<b>2.721,2</b>	<b>2.964,5</b>	<b>3.123,3</b>	<b>3.064,0</b>	<b>3.158,4</b>	<b>3.225,8</b>	<b>3.505,1</b>	<b>3.344,8</b>	<b>3.408,1</b>	<b>3.505,6</b>	<b>3.527,1</b>	<b>3.501,9</b>
A. Fermentación entrérica	1.241,1	1.241,1	1.430,2	1.601,7	1.570,7	1.556,2	1.634,0	1.800,9	1.688,9	1.778,1	1.873,7	1.867,9	1.936,1
B. Gestión del estiércol	651,0	651,0	667,8	633,8	640,6	744,3	752,0	767,3	788,8	775,0	765,7	765,2	692,4
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas	805,0	805,0	842,2	864,0	828,9	834,0	815,8	913,2	850,3	843,8	854,0	880,9	860,3
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas	24,1	24,1	24,2	23,8	23,8	23,9	23,9	23,8	16,7	11,1	12,3	13,1	13,1
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>413,5</b>	<b>413,5</b>	<b>389,7</b>	<b>418,4</b>	<b>437,3</b>	<b>457,6</b>	<b>498,6</b>	<b>525,8</b>	<b>547,5</b>	<b>584,4</b>	<b>541,7</b>	<b>650,4</b>	<b>683,8</b>
A. Depósito en vertederos	299,8	299,8	275,1	303,2	321,5	338,8	380,2	409,1	428,0	456,3	408,9	515,6	547,1
B. Tratamiento de aguas residuales	92,3	92,3	93,7	95,0	96,2	96,9	96,9	96,9	98,6	99,7	100,1	100,7	101,2
C. Incineración de residuos	20,4	20,4	19,7	18,8	18,1	20,2	19,9	18,0	19,1	19,8	19,8	20,6	20,7
D. Otros	1,0	1,0	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	8,7	12,9	13,5	14,8
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>	24.122,2	24.122,2	23.407,0	25.250,3	25.161,0	24.785,5	26.275,3	25.098,3	24.276,6	27.662,3	27.980,1	29.371,0	29.892,3
CH <sub>4</sub>	2.113,4	2.113,4	2.274,8	2.430,3	2.417,8	2.538,2	2.701,2	2.899,2	2.835,4	2.954,1	3.007,3	3.119,0	3.144,8
N <sub>2</sub> O	1.435,7	1.435,7	1.518,7	1.579,3	1.533,0	1.552,2	1.541,9	1.643,3	1.606,2	1.649,7	1.674,5	1.725,3	1.716,8
HFC	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	8,2	20,8	47,0	83,7	120,9	153,3
PFC	712,5	705,1	671,0	662,5	687,7	702,2	712,5	672,0	688,3	651,5	596,5	294,2	118,2
SF <sub>6</sub>	7,6	4,6	5,0	5,1	5,6	6,3	7,6	8,3	9,6	11,0	14,1	16,1	16,3

# LA RIOJA

LA RIOJA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Emisiones (kt CO <sub>2</sub> equivalente)		Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>1. Proceso de la energía</b>		1.537,5	1.537,2	1.555,2	1.594,2	1.590,3	1.655,6	1.692,5	1.759,1	1.798,4	1.961,5	2.015,4	2.151,2	2.162,2
A. Actividades de combustión		1.097,3	1.097,3	1.111,1	1.159,2	1.168,6	1.218,9	1.248,4	1.282,5	1.333,4	1.461,5	1.506,8	1.629,5	1.635,3
1. Industrias del sector energético		1.095,8	1.095,8	1.108,5	1.156,5	1.165,8	1.215,7	1.245,7	1.279,5	1.331,2	1.457,8	1.502,7	1.624,9	1.630,3
2. Industrias manufactureras y de la construcción		0,3	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Transporte		274,4	274,4	270,1	290,0	306,0	316,3	346,4	318,5	348,6	408,7	412,8	480,7	441,5
4. Otros sectores		468,1	468,1	471,4	495,9	484,5	512,5	505,9	541,8	593,2	605,1	615,2	640,2	690,1
5. Otros		353,0	353,0	367,1	370,4	375,3	386,8	393,3	419,1	389,4	444,0	474,7	504,0	498,6
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		1,5	1,5	2,6	2,7	2,8	3,2	2,8	3,1	2,2	3,7	4,0	4,6	5,0
1. Combustibles sólidos														
2. Petróleo y gas natural		1,5	1,5	2,6	2,7	2,8	3,2	2,8	3,1	2,2	3,7	4,0	4,6	5,0
<b>2. Procesos Industriales</b>		1,0	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	1,1	1,8	3,1	5,9	9,8	13,7	17,3
A. Productos minerales		0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4
B. Industria química														
C. Producción metalúrgica														
D. Otras industrias														
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>														
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		0,7	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	1,5	2,8	5,6	9,5	13,3	16,9
G. Otros														
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		9,0	9,0	9,4	9,6	9,0	9,2	9,5	10,4	11,0	11,7	12,1	12,1	11,9
<b>4. Agricultura</b>		349,2	349,2	347,3	334,7	316,9	325,7	328,2	354,9	333,8	359,2	358,1	362,4	358,2
A. Fermentación entrérica		114,5	114,5	115,8	111,1	109,7	100,8	109,5	114,8	122,2	122,9	114,1	119,4	125,1
B. Gestión del estiércol		49,2	49,2	50,0	50,3	44,4	48,3	53,6	51,3	54,4	53,5	52,8	50,0	53,9
C. Cultivo de arroz								0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
D. Suelos agrícolas		177,7	177,7	173,5	165,4	154,9	168,8	157,0	180,7	149,8	175,2	184,2	185,3	171,5
E. Quemadas planificadas de sabanas														
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		7,8	7,8	7,9	7,9	7,9	7,8	7,9	7,9	7,2	7,5	7,1	7,6	7,6
G. Otros														
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>														
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		81,0	81,0	86,5	89,9	95,1	101,1	105,3	109,4	117,0	123,2	128,5	133,6	139,5
A. Depósito en vertederos		38,5	38,5	43,2	47,4	52,3	57,5	62,1	67,3	72,5	77,3	82,3	87,5	92,8
B. Tratamiento de aguas residuales		39,1	39,1	39,9	39,1	39,5	40,1	39,8	38,8	41,2	42,4	42,6	42,4	43,0
C. Incineración de residuos		3,4	3,4	3,3	3,3	3,4	3,5	3,4	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,7
D. Otros														
<b>7. Otros</b>														
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>		1.057,1	1.057,1	1.072,2	1.119,9	1.128,3	1.176,6	1.207,0	1.241,8	1.291,1	1.414,7	1.458,4	1.576,4	1.582,8
CH <sub>4</sub>		246,4	246,4	254,1	251,1	248,5	248,7	265,1	271,9	288,5	296,4	292,4	300,6	316,4
N <sub>2</sub> O		233,3	233,3	228,6	222,8	213,2	229,9	219,8	243,9	215,9	244,9	255,0	261,0	246,1
HFC		0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,0	4,5	8,1	11,7	15,2
PFC		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
SF <sub>6</sub>		0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	1,2	1,3	1,4

## MADRID

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>MADRID</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
<b>1. Procesado de la energía</b>	16.935,8	16.930,7	17.504,3	18.269,2	17.513,3	18.550,4	18.883,5	19.314,9	20.036,9	21.488,2	22.652,5	23.507,4	25.351,1
A. Actividades de combustión	13.507,6	13.507,6	13.883,6	14.695,4	14.101,8	14.937,2	15.215,7	15.616,8	16.179,9	17.457,7	18.285,3	18.898,5	20.474,5
1. Industrias del sector energético	5,5	5,5	0,2	3,6	0,1	0,1	4,5	47,8	92,6	97,9	106,5	109,9	108,2
2. Industrias manufactureras y de la construcción	3.274,8	3.274,8	3.264,4	3.198,4	2.930,3	3.333,8	3.971,5	3.084,5	3.481,7	3.469,5	3.777,5	4.068,3	4.500,2
3. Transporte	6.213,9	6.213,9	6.013,2	6.692,1	6.629,4	6.933,4	6.953,8	7.760,1	7.833,2	8.667,4	8.990,9	9.079,3	10.208,2
4. Otros sectores	3.993,6	3.993,6	4.582,1	4.774,4	4.508,1	4.653,2	4.249,0	4.682,1	4.739,1	5.185,4	5.362,0	5.599,4	5.610,3
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	19,7	19,7	23,8	26,9	33,8	36,9	37,0	42,3	33,3	37,5	48,4	41,7	47,7
1. Combustibles sólidos			0,8		0,8			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Petróleo y gas natural	19,7	19,7	23,8	26,9	33,1	36,9	37,0	42,3	33,3	37,5	48,3	41,6	47,6
<b>2. Procesos Industriales</b>	820,9	815,8	918,3	837,1	647,7	691,6	683,8	645,1	730,0	865,8	1.258,7	1.355,5	1.605,4
A. Productos minerales	781,5	781,5	883,4	801,9	611,3	652,8	639,4	589,0	642,5	725,0	1.041,1	1.060,3	1.238,5
B. Industria química													
C. Producción metalúrgica	28,1	28,1	28,0	27,9	28,6	30,3	33,2	29,2	34,6	35,2	36,7	39,0	38,9
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	11,3	6,1	6,9	7,3	7,8	8,5	11,3	26,9	53,0	105,5	181,0	256,2	328,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	167,3	167,3	172,5	171,8	165,7	170,2	177,1	195,0	206,3	222,1	228,3	232,8	224,4
<b>4. Agricultura</b>	454,9	454,9	453,7	386,1	336,0	415,7	432,0	440,4	464,5	455,8	326,5	432,2	407,0
A. Fermentación entrérica	165,6	165,6	176,2	129,7	107,1	151,0	170,9	166,2	192,0	178,1	156,0	164,6	156,0
B. Gestión del estiércol	91,4	91,4	90,5	81,0	77,8	81,0	83,6	78,1	85,3	86,8	76,6	77,7	77,4
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas	194,6	194,6	183,9	172,3	148,0	180,6	174,5	192,8	184,7	188,1	93,9	188,1	171,8
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas	3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	3,2	3,0	3,3	2,6	2,7		1,9	1,9
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	1.985,1	1.985,1	2.076,1	2.178,9	2.262,2	2.315,6	2.374,9	2.417,6	2.456,2	2.486,8	2.553,7	2.588,4	2.639,9
A. Depósito en vertederos	1.440,5	1.440,5	1.506,3	1.583,2	1.641,3	1.672,8	1.726,2	1.764,0	1.794,2	1.828,3	1.866,7	1.898,2	1.935,2
B. Tratamiento de aguas residuales	478,6	478,6	494,1	509,9	525,4	544,1	546,5	548,0	552,8	557,4	561,6	564,7	568,3
C. Incineración de residuos	4,5	4,5	4,4	4,6	4,4	4,2	4,1	3,9	4,1	4,2	4,1	4,2	4,3
D. Otros	61,5	61,5	71,3	81,2	91,0	94,5	98,0	101,6	105,1	99,9	121,3	121,3	132,2
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
CO <sub>2</sub>	13.962,4	13.962,4	14.410,7	15.095,7	14.340,6	15.185,3	15.476,2	15.821,3	16.426,1	17.758,1	18.899,8	19.545,9	21.264,0
CH <sub>4</sub>	2.218,9	2.218,9	2.333,7	2.407,7	2.438,0	2.547,6	2.578,1	2.630,5	2.695,6	2.725,4	2.744,1	2.756,9	2.801,1
N <sub>2</sub> O	743,3	743,3	752,9	758,5	726,9	809,1	818,0	836,3	862,2	899,2	827,7	948,4	958,0
HFC	1,0	1,0			0,0	0,1	1,0	1,0	38,5	87,7	156,9	227,8	297,4
PFC	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,6	1,4	2,5	3,8	5,3	6,9
SF <sub>6</sub>	10,3	6,1	6,9	7,3	7,7	8,4	10,3	11,2	13,1	15,3	20,3	23,1	23,7

# MURCIA

REGIÓN DE MURCIA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Año Base</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>5.831,6</b>	<b>5.830,4</b>	<b>6.182,2</b>	<b>5.608,0</b>	<b>5.983,2</b>	<b>6.053,5</b>	<b>6.219,9</b>	<b>6.324,7</b>	<b>6.824,1</b>	<b>7.489,2</b>	<b>7.908,5</b>	<b>8.180,4</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>		<b>3.741,8</b>	<b>3.916,4</b>	<b>4.271,4</b>	<b>3.879,1</b>	<b>4.024,1</b>	<b>4.143,8</b>	<b>4.067,2</b>	<b>4.176,8</b>	<b>4.652,1</b>	<b>5.325,7</b>	<b>5.518,0</b>	<b>5.817,6</b>
A. Actividades de combustión		3.718,6	3.890,9	4.244,4	3.838,5	3.998,1	4.123,0	4.023,9	4.151,7	4.628,9	5.302,3	5.493,1	5.793,9
1. Industrias del sector energético		1.015,6	1.099,2	1.412,8	903,9	1.013,7	994,8	870,5	901,6	1.084,5	1.541,6	1.643,3	1.820,8
2. Industrias manufactureras y de la construcción		737,5	697,3	640,0	719,3	748,8	787,2	745,3	823,0	776,3	798,1	865,3	885,9
3. Transporte		1.492,1	1.540,3	1.655,9	1.736,3	1.733,5	1.793,2	1.893,1	1.999,7	2.322,8	2.480,1	2.485,6	2.588,7
4. Otros sectores		473,4	554,1	535,6	479,1	502,0	547,8	515,0	427,4	445,3	482,6	498,9	498,4
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		23,2	25,4	27,1	40,6	26,1	20,8	43,3	25,1	23,2	23,4	24,9	23,7
1. Combustibles sólidos													
2. Petróleo y gas natural		23,2	25,4	27,1	40,6	26,1	20,8	43,3	25,1	23,2	23,4	24,9	23,7
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>944,2</b>	<b>943,1</b>	<b>649,4</b>	<b>473,5</b>	<b>665,1</b>	<b>651,3</b>	<b>676,2</b>	<b>656,7</b>	<b>626,9</b>	<b>687,8</b>	<b>681,3</b>	<b>710,0</b>
A. Productos minerales		252,7	252,7	166,8	271,8	322,0	306,6	314,0	307,9	287,2	305,1	288,0	339,5
B. Industria química		689,1	689,1	481,2	200,3	341,4	342,3	356,4	337,3	316,6	342,8	336,8	298,5
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		2,4	1,2	1,4	1,5	1,7	2,4	5,8	11,5	23,1	39,8	56,5	72,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>30,8</b>	<b>31,8</b>	<b>32,3</b>	<b>31,3</b>	<b>32,3</b>	<b>33,7</b>	<b>36,2</b>	<b>38,3</b>	<b>41,2</b>	<b>42,4</b>	<b>43,2</b>	<b>41,5</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>974,5</b>	<b>992,3</b>	<b>1.069,3</b>	<b>1.056,9</b>	<b>1.113,3</b>	<b>1.076,9</b>	<b>1.271,4</b>	<b>1.276,6</b>	<b>1.320,5</b>	<b>1.244,7</b>	<b>1.471,4</b>	<b>1.409,3</b>
A. Fermentación entrérica		188,7	188,7	178,0	175,1	191,9	180,8	236,3	211,0	200,6	209,8	264,9	227,7
B. Gestión del estiércol		358,4	358,4	475,1	482,7	495,6	491,4	543,9	579,8	620,8	541,1	639,9	669,2
C. Cultivo de arroz		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,0	1,0
D. Suelos agrícolas		414,1	414,1	402,9	385,6	413,0	391,9	478,1	464,5	484,6	480,3	554,4	500,1
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		12,5	12,4	12,5	12,6	12,0	12,0	12,2	20,3	13,4	12,2	11,2	11,2
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		<b>140,2</b>	<b>155,7</b>	<b>159,8</b>	<b>167,2</b>	<b>148,3</b>	<b>147,8</b>	<b>169,0</b>	<b>176,3</b>	<b>183,6</b>	<b>188,5</b>	<b>194,5</b>	<b>201,9</b>
A. Depósito en vertederos		54,3	54,3	67,8	71,8	78,1	57,2	78,0	81,6	87,1	91,4	96,6	102,5
B. Tratamiento de aguas residuales		77,1	79,1	79,6	81,2	83,1	83,4	83,3	86,2	88,3	89,3	89,9	91,2
C. Incineración de residuos		7,9	7,9	7,1	6,4	6,5	6,3	6,1	6,8	6,5	6,1	6,4	6,4
D. Otros		1,0	1,0	1,1	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
<b>7. Otros</b>													
<b>Año Base</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
CO <sub>2</sub>		4.020,6	4.020,6	4.518,1	4.063,5	4.240,8	4.335,2	4.271,3	4.367,4	4.807,8	5.466,2	5.629,2	5.966,9
CH <sub>4</sub>		654,6	654,6	766,8	776,9	787,6	778,5	908,5	929,5	966,2	904,4	1.061,3	1.062,5
N <sub>2</sub> O		1.154,0	1.154,0	896,0	766,1	953,2	937,5	1.034,4	1.016,3	1.027,1	1.078,8	1.161,4	1.079,0
HFC		0,2	0,2		0,0	0,0	0,2	3,3	8,4	19,1	34,3	50,0	65,0
PFC		0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	0,8	1,2	1,5
SF <sub>6</sub>		2,1	1,2	1,4	1,5	1,7	2,1	2,4	2,8	3,4	4,7	5,3	5,5

# NAVARRA

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>NAVARRA</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
<b>1. Procesado de la energía</b>	<b>3.999,1</b>	<b>3.998,2</b>	<b>4.291,8</b>	<b>4.158,4</b>	<b>3.904,8</b>	<b>4.388,2</b>	<b>4.488,5</b>	<b>4.595,1</b>	<b>4.729,8</b>	<b>4.988,8</b>	<b>5.368,2</b>	<b>5.654,3</b>	<b>5.501,7</b>
A. Actividades de combustión	2.481,4	2.481,4	2.703,1	2.685,8	2.559,9	2.819,7	2.884,7	2.978,3	3.134,0	3.278,5	3.518,6	3.720,0	3.673,0
1. Industrias del sector energético	0,8	0,8	0,2	0,6	1,5	1,5	1,3	1,5	2,1	1,4	1,4	1,4	1,4
2. Industrias manufactureras y de la construcción	849,8	849,8	905,5	876,8	797,3	1.007,7	1.091,8	1.008,8	1.111,9	1.141,2	1.218,5	1.386,4	1.352,3
3. Transporte	976,5	976,5	1.012,7	997,5	924,9	930,1	967,1	995,5	1.039,2	1.132,3	1.214,3	1.181,1	1.191,0
4. Otros sectores	654,4	654,4	784,7	803,4	836,2	880,5	824,5	972,6	980,7	1.003,5	1.072,2	1.151,2	1.128,3
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	6,9	6,9	8,2	7,5	9,5	14,9	12,0	13,9	10,9	11,6	12,1	12,5	14,3
1. Combustibles sólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Petróleo y gas natural	6,9	6,9	8,2	7,4	9,5	14,8	12,0	13,9	10,9	11,6	12,1	12,5	14,3
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>447,7</b>	<b>446,8</b>	<b>500,4</b>	<b>402,0</b>	<b>324,1</b>	<b>452,4</b>	<b>457,4</b>	<b>451,5</b>	<b>484,2</b>	<b>506,3</b>	<b>576,2</b>	<b>617,5</b>	<b>545,3</b>
A. Productos minerales	445,8	445,8	499,3	400,8	322,9	451,0	455,5	448,0	477,7	494,1	555,9	589,1	509,9
B. Industria química													
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	1,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,9	3,5	6,5	12,1	20,3	28,3	35,5
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>27,2</b>	<b>27,2</b>	<b>25,8</b>	<b>26,3</b>	<b>24,9</b>	<b>23,5</b>	<b>28,1</b>	<b>31,3</b>	<b>33,3</b>	<b>36,3</b>	<b>36,7</b>	<b>36,5</b>	<b>32,1</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>900,9</b>	<b>900,9</b>	<b>916,2</b>	<b>904,9</b>	<b>832,3</b>	<b>919,7</b>	<b>940,4</b>	<b>969,9</b>	<b>879,9</b>	<b>968,7</b>	<b>1.051,4</b>	<b>1.084,1</b>	<b>1.053,3</b>
A. Fermentación entrérica	291,4	291,4	294,3	293,8	284,1	308,4	321,1	311,5	297,4	328,4	327,2	351,8	345,1
B. Gestión del estiércol	169,4	169,4	172,2	177,0	165,9	170,2	181,9	174,1	185,2	205,5	232,3	215,2	229,2
C. Cultivo de arroz	2,2	2,2	2,4	3,7	3,6	2,4	4,0	4,0	4,4	4,6	4,2	4,4	4,4
D. Suelos agrícolas	434,2	434,2	443,2	426,5	374,7	434,8	429,5	476,3	389,6	427,0	484,1	508,6	470,6
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas	3,7	3,7	4,0	3,9	4,0	3,9	3,8	4,0	3,3	3,2	3,6	4,1	4,1
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>135,1</b>	<b>135,1</b>	<b>138,1</b>	<b>139,4</b>	<b>154,1</b>	<b>158,1</b>	<b>166,0</b>	<b>150,1</b>	<b>187,4</b>	<b>187,4</b>	<b>185,4</b>	<b>183,7</b>	<b>183,7</b>
A. Depósito en vertederos	85,8	85,8	87,8	88,8	102,0	106,2	114,6	99,1	133,2	129,8	127,2	125,5	124,3
B. Tratamiento de aguas residuales	42,2	42,2	42,9	42,2	42,5	43,2	43,2	42,6	45,2	46,7	47,0	47,0	47,6
C. Incineración de residuos	5,1	5,1	5,1	5,6	6,6	5,6	5,0	5,1	5,6	5,6	5,8	5,7	5,8
D. Otros	2,0	2,0	2,3	2,7	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	5,4	5,5	6,0
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>													
CO <sub>2</sub>	2.865,3	2.865,3	3.128,0	3.003,7	2.812,5	3.182,4	3.251,4	3.339,4	3.521,2	3.682,2	3.965,3	4.203,4	4.077,5
CH <sub>4</sub>	568,2	568,2	579,3	581,7	581,7	621,5	653,1	624,4	656,7	707,3	731,3	736,3	745,8
N <sub>2</sub> O	563,7	563,7	583,4	564,6	509,4	583,0	582,1	627,7	545,4	587,1	651,3	686,2	642,9
HFC	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	4,1	9,2	16,5	24,0	30,8
PFC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7
SF <sub>6</sub>	1,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,8	1,9	2,3	2,6	3,3	3,8	3,9

# PAÍS VASCO

PAÍS VASCO		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>18.310,6</b>	<b>17.880,4</b>	<b>18.168,2</b>	<b>17.388,6</b>	<b>18.894,1</b>	<b>17.996,2</b>	<b>16.445,6</b>	<b>17.841,3</b>	<b>18.654,2</b>	<b>20.411,5</b>	<b>21.129,8</b>	<b>20.091,0</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>		<b>14.138,6</b>	<b>14.958,4</b>	<b>14.900,5</b>	<b>14.064,5</b>	<b>15.090,7</b>	<b>14.192,9</b>	<b>12.491,2</b>	<b>13.132,8</b>	<b>14.096,7</b>	<b>15.966,8</b>	<b>16.531,5</b>	<b>16.171,4</b>
A. Actividades de combustión		12.948,0	13.619,2	13.621,1	12.913,6	14.208,9	13.598,6	11.925,1	12.511,9	13.414,5	15.337,1	15.787,7	15.541,2
1. Industrias del sector energético		2.399,3	2.545,9	3.403,7	2.666,6	2.659,8	3.077,8	2.187,0	2.114,7	2.734,5	3.969,5	4.031,7	3.430,4
2. Industrias manufactureras y de la construcción		5.758,4	5.814,6	5.193,5	5.335,4	6.402,7	5.467,6	4.527,7	5.490,7	5.454,4	5.620,7	5.944,0	6.049,0
3. Transporte		3.498,9	3.571,5	3.619,6	3.544,5	3.690,9	3.693,0	3.828,4	3.374,3	3.798,6	4.005,8	4.005,3	4.293,4
4. Otros sectores		1.291,4	1.291,4	1.687,3	1.367,1	1.455,4	1.360,2	1.382,6	1.532,2	1.426,9	1.741,1	1.806,8	1.768,4
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		1.190,6	1.190,6	1.279,4	1.151,0	881,8	594,3	566,1	620,9	682,3	629,8	743,8	630,2
1. Combustibles sólidos		661,6	661,6	703,9	596,6	330,0	85,5	101,7	131,7	132,8	89,5	119,4	110,8
2. Petróleo y gas natural		529,0	529,0	575,5	554,3	551,8	508,8	464,4	489,3	549,5	540,3	624,4	519,4
<b>2. Procesos Industriales</b>		<b>2.388,9</b>	<b>1.958,7</b>	<b>1.914,2</b>	<b>1.442,1</b>	<b>1.935,7</b>	<b>2.442,3</b>	<b>2.607,6</b>	<b>3.329,2</b>	<b>3.187,5</b>	<b>3.091,1</b>	<b>3.253,6</b>	<b>2.580,2</b>
A. Productos minerales		816,0	816,0	847,3	758,5	915,9	912,1	910,8	1.004,7	968,6	1.077,8	1.054,7	1.072,3
B. Industria química		371,0	371,0	383,8	382,2	393,9	394,4	401,9	381,6	358,7	387,8	380,6	338,4
C. Producción metalúrgica		276,1	276,1	282,2	284,1	295,1	210,1	182,6	235,9	261,2	264,3	291,4	304,3
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>		917,3	490,5	106,7	106,7	427,1	917,3	1.097,6	1.680,3	1.550,4	1.281,2	1.415,9	726,8
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		8,4	5,0	5,4	5,5	6,3	8,4	14,8	26,6	48,6	80,0	111,0	138,3
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		<b>87,3</b>	<b>87,3</b>	<b>85,8</b>	<b>80,3</b>	<b>81,2</b>	<b>81,8</b>	<b>87,6</b>	<b>92,1</b>	<b>98,7</b>	<b>101,5</b>	<b>102,7</b>	<b>97,6</b>
<b>4. Agricultura</b>		<b>699,6</b>	<b>699,6</b>	<b>677,2</b>	<b>673,4</b>	<b>668,2</b>	<b>713,1</b>	<b>700,3</b>	<b>728,6</b>	<b>713,5</b>	<b>694,5</b>	<b>683,8</b>	<b>679,3</b>
A. Fermentación entrérica		376,4	376,4	366,8	366,7	359,9	376,3	377,1	372,1	367,5	370,2	365,7	363,3
B. Gestión del estiércol		106,9	106,9	103,1	104,1	105,6	100,3	124,7	101,8	99,2	95,3	84,0	91,1
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas		212,4	212,4	203,6	195,7	204,1	208,3	218,5	251,0	243,1	227,7	230,4	221,3
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quemada en el campo de residuos agrícolas		3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,6	3,8	1,4	3,7	3,7
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		<b>996,3</b>	<b>996,3</b>	<b>1.058,4</b>	<b>1.129,8</b>	<b>1.118,4</b>	<b>566,0</b>	<b>558,9</b>	<b>558,6</b>	<b>557,8</b>	<b>557,5</b>	<b>558,2</b>	<b>562,5</b>
A. Depósito en vertederos		408,7	408,7	439,8	460,9	472,1	455,7	449,3	447,4	445,6	444,8	445,7	448,2
B. Tratamiento de aguas residuales		86,3	86,3	87,9	88,9	91,3	91,2	90,8	91,7	92,6	92,9	92,8	93,2
C. Incineración de residuos		492,5	492,5	497,3	560,5	541,6	5,3	4,4	4,7	4,7	4,9	4,9	4,9
D. Otros		8,7	8,7	10,1	12,9	13,4	13,9	14,4	14,9	14,9	14,9	14,9	16,2
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>		<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>			15.269,9	15.269,9	16.079,7	15.888,5	16.392,6	14.862,9	13.202,5	13.994,0	14.924,8	17.441,5	17.107,6
CH <sub>4</sub>			1.090,5	1.090,5	1.138,4	1.111,5	1.093,2	1.078,7	1.052,4	1.019,0	1.014,5	1.027,9	1.015,7
N <sub>2</sub> O			1.024,5	1.024,5	1.049,1	1.056,0	993,0	1.128,9	1.078,4	1.121,4	1.115,9	1.157,6	1.102,5
HFC			917,7	490,5	395,5	106,7	0,0	427,1	1.103,8	1.696,1	1.586,2	1.345,1	844,7
PFC			0,0					0,0	0,3	0,6	1,0	2,2	2,7
SF <sub>6</sub>			8,0	5,4	5,4	5,5	6,2	8,0	8,3	10,2	11,7	14,6	16,7

**CEUTA**

CEUTA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Emisiones (kt CO <sub>2</sub> equivalente)		199,9	209,8	201,8	206,1	222,7	213,1	229,2	218,2	235,0	286,0	285,0	270,2
<b>1. Proceso de la energía</b>		182,9	190,6	190,4	195,3	211,6	201,9	217,0	205,8	221,5	270,0	267,2	251,7
A. Actividades de combustión		182,9	190,6	190,4	195,3	211,6	201,9	217,0	205,8	221,5	270,0	267,2	251,7
1. Industrias del sector energético		58,3	60,7	62,5	63,1	66,8	67,5	73,6	76,8	82,2	100,8	99,8	74,9
2. Industrias manufactureras y de la construcción		4,7	4,7	5,5	5,0	5,0	5,8	4,4	4,9	4,5	4,6	5,5	5,5
3. Transporte		107,9	111,5	111,9	117,2	128,3	118,5	128,4	113,3	125,9	155,8	153,2	163,0
4. Otros sectores		12,0	13,8	10,5	9,9	11,6	10,1	10,6	10,8	8,8	8,8	8,7	8,2
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1. Combustibles sólidos													
2. Petróleo y gas natural													
<b>2. Procesos Industriales</b>		0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,7	1,4	2,5	3,5	4,6
A. Productos minerales		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B. Industria química													
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	1,4	2,4	3,5	4,5
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>		1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	2,0	1,7	2,1	2,3	2,3	2,4	2,0
<b>4. Agricultura</b>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A. Fermentación entrérica													
B. Gestión del estiércol													
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas													
E. Quemadas planificadas de sabanas													
F. Quema en el campo de residuos agrícolas													
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>		15,3	17,4	9,7	9,2	9,4	9,1	10,2	9,6	9,9	11,2	11,8	12,0
A. Depósito en vertederos		13,5	15,6	7,8	7,3	7,4	7,2	8,3	7,7	7,9	9,2	9,3	9,4
B. Tratamiento de aguas residuales		1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0
C. Incineración de residuos		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D. Otros													0,5
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>Año Base</b>	<b>190</b>	<b>191</b>	<b>192</b>	<b>193</b>	<b>194</b>	<b>195</b>	<b>196</b>	<b>197</b>	<b>198</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>	182,5	182,5	190,1	190,8	194,9	211,0	200,8	216,1	204,3	219,9	268,3	265,4	249,5
CH <sub>4</sub>	12,9	15,1	6,4	6,5	6,7	6,9	7,7	7,7	7,8	8,0	9,1	9,8	10,0
N <sub>2</sub> O	4,4	4,4	4,5	4,7	5,0	5,3	5,1	5,1	5,4	5,7	6,2	6,3	6,2
HFC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	1,3	2,3	3,3	4,3
PF <sub>6</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
SF <sub>6</sub>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

# MELILLA

	Año Base	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>MELILLA</b>													
<b>Emisiones (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>157,0</b>	<b>157,0</b>	<b>159,6</b>	<b>171,2</b>	<b>168,6</b>	<b>173,2</b>	<b>190,2</b>	<b>214,7</b>	<b>204,0</b>	<b>204,0</b>	<b>208,3</b>	<b>219,2</b>	<b>226,3</b>
<b>1. Procesado de la energía</b>	<b>148,9</b>	<b>148,9</b>	<b>151,4</b>	<b>161,5</b>	<b>156,9</b>	<b>159,2</b>	<b>174,3</b>	<b>204,1</b>	<b>193,4</b>	<b>192,4</b>	<b>202,4</b>	<b>205,1</b>	<b>211,1</b>
A. Actividades de combustión	148,9	148,9	151,4	161,5	156,9	159,2	174,3	204,1	193,4	192,4	202,4	205,1	211,1
1. Industrias del sector energético	53,2	53,2	62,4	68,2	67,6	71,8	77,8	82,6	84,9	82,8	93,0	102,1	104,5
2. Industrias manufactureras y de la construcción	3,0	3,0	3,0	3,6	4,1	4,3	4,8	3,8	4,3	4,1	4,0	4,7	4,7
3. Transporte	85,1	85,1	76,8	82,4	78,5	75,2	84,4	109,9	96,0	98,9	98,7	91,4	95,6
4. Otros sectores	7,5	7,5	9,2	7,3	6,9	7,8	7,3	7,7	8,2	6,6	6,6	6,9	6,4
5. Otros													
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1. Combustibles sólidos													
2. Petróleo y gas natural													
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>	<b>2,2</b>	<b>3,2</b>	<b>4,0</b>
A. Productos minerales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B. Industria química													
C. Producción metalúrgica													
D. Otras industrias													
E. Producción de halocarburos y SF <sub>6</sub>													
F. Consumo de halocarburos y SF <sub>6</sub>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	1,2	2,2	3,1	4,0
G. Otros													
<b>3. Uso de disolventes y otros productos</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>
<b>4. Agricultura</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
A. Fermentación entrérica													
B. Gestión del estiércol													
C. Cultivo de arroz													
D. Suelos agrícolas													
E. Quemaz planificadas de sabanas													
F. Quemaz en el campo de residuos agrícolas													
G. Otros													
<b>5. Cambios de uso del suelo y silvicultura</b>													
<b>6. Tratamiento y eliminación de residuos</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,7</b>	<b>8,2</b>	<b>10,2</b>	<b>12,5</b>	<b>14,3</b>	<b>8,7</b>	<b>8,3</b>	<b>8,5</b>	<b>1,8</b>	<b>8,9</b>	<b>9,2</b>
A. Depósito en vertederos	5,1	5,1	5,2	6,6	8,5	10,8	12,6	7,1	6,6	6,8	6,7	6,7	7,0
B. Tratamiento de aguas residuales	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
C. Incineración de residuos	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D. Otros												0,4	0,5
<b>7. Otros</b>													
<b>GASES (kt CO<sub>2</sub> equivalente)</b>	<b>Año Base</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
CO <sub>2</sub>	148,6	148,6	151,1	161,9	156,7	158,9	173,4	202,5	191,1	190,2	199,6	202,8	208,6
CH <sub>4</sub>	4,5	4,5	4,7	5,3	7,7	10,1	12,3	6,5	6,6	6,8	6,3	7,0	7,4
N <sub>2</sub> O	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,4	5,5	5,7	5,8	6,2	6,2	6,3
HFC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	1,1	2,0	2,9	3,8
PFC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
SF <sub>6</sub>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

## Anexo C.- Siglas y acrónimos

Las siglas que figuran en este documento son las compiladas por la División de Lenguas de la OMM, obtenidas a partir de los boletines de terminología editados por la ONU. La sigla en castellano no se incluye si está generalmente aceptada o aparece citada en documentos cuya traducción tiene el carácter de oficial; aunque siempre que ha sido posible se ha tratado de traducir la denominación original utilizando términos alternativos más correctos desde el punto de vista lingüístico, sobre todo cuando la traducción literal del original -generalmente en inglés- no tiene el mismo significado en castellano, para lo cual se han seguido los criterios que figuran en el glosario de términos. Como criterio general se ha tratado de utilizar la sigla en castellano, aun reconociendo que muchas de ellas no son lo suficientemente utilizadas como para que su difusión sea amplia. En todo caso siempre se incluyen la denominación y la sigla en el idioma original para facilitar la utilización de referencias cruzadas.

Cuando se trata de organismos, organizaciones, programas o proyectos que son gestionados o patrocinados por una entidad de superior jerarquía, la dependencia funcional se incluye entre paréntesis al final de la denominación en castellano. Igualmente, cuando existe una denominación alternativa a la que figura en la lista, se incluye entre corchetes tras la denominación oficial en el idioma original.

Dados los diferentes criterios existentes para la elaboración de siglas, esta lista no tiene, en modo alguno, carácter oficial ni exhaustivo, razón por la cual algunas de las siglas y denominaciones utilizadas en este documento pueden no ser definitivas y estar sujetas a revisión.

SIGLA	DENOMINACIÓN	INITIALS
AC	Aplicación Conjunta <i>Joint Implementation</i>	JI
ACEA	Asociación de Constructores Europeos de Automóviles <i>Association des Constructeurs Européens d'Automobiles</i>	ACEA
ACSYS	Estudio del Sistema Climático del Ártico (PMIC) <i>Arctic Climate System Study</i>	ACSYS
AIE	Agencia Internacional de la Energía <i>International Energy Agency</i>	IEA
AIRES	Estrategia Europea de Investigación Interdisciplinaria Atmosférica (UE) <i>European Atmospheric Interdisciplinary Research</i>	AIRES
BAHC	Aspectos Biosféricos del Ciclo Hídrico (PIGB) <i>Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle</i>	BAHC
BIRD	Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (ONU) <i>International Bank for Reconstruction and Development [World Bank]</i>	IBRD
CdP	Conferencia de las Partes (ONU) <i>Conference of the Parties</i>	CoP
CEPE	Comisión Económica para Europa (ONU) <i>United Nations Economic Commission for Europe</i>	UNECE

SIGLA	DENOMINACIÓN	INITIALS
CFC	carburo clorofluorado <i>chlorofluorocarbon [freon]</i>	CFC
CIC	Consejo Internacional para la Ciencia <i>International Council for Science</i>	ICSU
CICS	Consejo Internacional de Ciencias Sociales (UNESCO) <i>International Social Science Council</i>	ISSC
CLICOM	Aplicaciones Informáticas en Climatología (PMDVC) <i>Climate Computing</i>	CLICOM
CLIVAR	Variabilidad y predecibilidad del Clima (PMIC) <i>Climate Variability and predictability</i>	CLIVAR
CMCC	Convención Marco sobre el Cambio Climático (ONU) <i>Framework Convention on Climate Change</i>	FCCC
CNC	Consejo Nacional del Clima	
CNS/ATM	Sistemas de Comunicaciones, navegación, vigilancia y Gestión del tráfico aéreo <i>Communications, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management systems</i>	CNS/ATM
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (ONU) <i>United Nations Conference on Environment and Development</i>	UNCED
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental (UNESCO) <i>Intergovernmental Oceanographic Commission</i>	IOC
CORINE-AIRE	Inventario base de emisiones a la atmósfera <i>CORe INventory of AIR emissions</i>	CORINAIR
CORINE	Sistema Coordinado de Información sobre el Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (UE) <i>Coordinated Information System on the State of Natural Resources and Environment</i>	CORINE
COVNM	compuesto orgánico volátil diferente del metano <i>non-methane volatile organic compound</i>	NMVOG
CS	Comité de Supervisión (AC) <i>Supervisory Committee</i>	SC
DARE	Recuperación de Datos (PMDVC) <i>Data Rescue</i>	DARE
DDP	Documento Diseño del Proyecto (MDL) <i>Project Design Document</i>	PDD
DIRDN	Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales <i>International Decade for Natural Disaster Reduction</i>	IDNDR
DIS	Sistema de Datos e Información (PIGB) <i>Data and Information System</i>	DIS
DU	unidad Dobson <i>Dobson unit</i>	DU
ECSN	Red Europea de Apoyo al Clima <i>European Climate Support Network</i>	ECSN

SIGLA	DENOMINACIÓN	INITIALS
EI	entidad independiente (AC)	
EMAS	Sistema comunitario de Ecogestión y Auditoría ambiental (UE) <i>Eco-Management and Auditing Scheme</i>	EMAS
ENRICH	Red Europea para la Investigación sobre el Cambio global (UE) <i>European Network for Research into global Change</i>	ENRICH
EO	entidad operacional (MDL)	
EPOCH	Programa Europeo de Climatología y Desastres Naturales (UE) <i>European Programme on Climatology and natural Hazards</i>	EPOCH
EUMETSAT	Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos <i>European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites</i>	EUMETSAT
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (ONU) <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>	FAO
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (BIRD-PNUMA-PNUD) <i>Global Environment Facility</i>	GEF
GAIM	Análisis, Interpretación y Modelización Mundiales (PIGB) <i>Global Analysis, Interpretation and Modelling</i>	GAIM
GCTE	Cambio Global y Ecosistemas Terrestres (PIGB) <i>Global Change and Terrestrial Ecosystems</i>	GCTE
GEI	gas de efecto invernadero <i>greenhouse gas</i>	GHG
GEWEX	Experimento Mundial sobre la Energía y el ciclo Hídrico (PMIC) <i>Global Energy and Water cycle Experiment</i>	GEWEX
GLOBEC	Dinámica de los Ecosistemas Oceánicos Mundiales (PIGB) <i>Global Ocean Ecosystem Dynamics</i>	GLOBEC
GMES	Vigilancia Global para el Medio Ambiente y la Seguridad <i>Global Monitoring of Environment and Security</i>	GMES
HCFC	carburo hidroc fluorado <i>hydrochlorofluorocarbon</i>	HCFC
HFC	carburo hidro fluorado <i>hydrofluorocarbon</i>	HFC
IAE	Impuesto sobre Actividades Económicas	
IBI	Impuesto sobre Bienes Inmuebles	
IGAC	proyecto Internacional de la Química de la Atmósfera Global (PIGB) <i>International Global Atmospheric Chemistry project</i>	IGAC
INFOCLIMA	Servicio Mundial de Referencias e Información sobre Datos Climáticos (PMDVC) <i>World Climate Data Information Referral Service</i>	INFOCLIMA
IPCC	Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (OMM-PNUMA) <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	IPCC

SIGLA	DENOMINACIÓN	INITIALS
IPPC	Prevención y Control Integrado de la Contaminación <i>Integrated Pollution Prevention and Control</i>	IPPC
ITV	Inspección Técnica de Vehículos	
I+D	Investigación y desarrollo experimental <i>Research and Experimental Development</i>	R&D
JE	Junta Ejecutiva (MDL) <i>Executive Board</i>	EB
JGOFS	Estudio Conjunto de los Flujos Oceánicos Mundiales (PIGB) <i>Joint Global Ocean Flux Study</i>	JGOFS
LOICZ	Interacciones Tierra Océano en las Zonas Costeras (PIGB) <i>Land Ocean Interactions in the Coastal Zone</i>	LOICZ
LUCC	Uso de las Tierras y Cambios en la Corteza terrestre (PIGB) <i>Land Use and land Cover Change</i>	LUCC
LULUCF	Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura <i>Land Use, Land Use Change, and Forestry</i>	LULUCF
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación	
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio <i>Clean Development Mechanism</i>	CDM
MTD	mejor técnica disponible <i>best available technique</i>	BAT
OACI	Organización para la Aviación Civil Internacional <i>International Civil Aviation Organization</i>	ICAO
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico <i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>	OECD
OMM	Organización Meteorológica Mundial (ONU) <i>World Meteorological Organization</i>	WMO
ONU	Organización de las Naciones Unidas <i>United Nations Organization</i>	UNO
PAC	Política Agraria Común (UE) <i>Common Agrarian Policy</i>	CAP
PAGES	Cambios Globales del Pasado (PIGB) <i>Past Global Changes</i>	PAGES
PCG	potencial de calentamiento global <i>global warming potential</i>	GWP
PECC	Programa Europeo sobre Cambio Climático (UE) <i>European Climate Change Program</i>	ECCP
PETRA	Plan Estratégico para el Transporte de mercancías por carretera (MFOM)	
PFC	carburo perfluorado <i>perfluorocarbon</i>	PFC
PFE	Plan Forestal Español (MMA)	
PFER	Plan de Fomento de las Energías Renovables (MINECO)	

SIGLA	DENOMINACIÓN	INITIALS
PIB	producto interior bruto <i>gross domestic product</i>	<i>GDP</i>
PIDH	Programa Internacional de las Dimensiones Humanas del cambio global en el medio ambiente (CICS) <i>International Human Dimensions of global environmental change Programme</i>	<i>IHDP</i>
PIGB	Programa Internacional Geosfera-Biosfera (CIC) <i>International Geosphere-Biosphere Programme</i>	<i>IGBP</i>
PMASC	Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climatológicos (PMC) <i>World Climate Applications and Services Programme</i>	<i>WCASP</i>
PMC	Programa Mundial sobre el Clima (OMM-PNUMA-CIC) <i>World Climate Programme</i>	<i>WCP</i>
PMDVC	Programa Mundial de Datos y Vigilancia Climáticos (PMC) <i>World Climate Data and Monitoring Programme</i>	<i>WCDMP</i>
PMEICER	Programa Mundial de Evaluación del Impacto del Clima y de las Estrategias de Respuesta (PMC) <i>World Climate Impact assessment and Response strategies Programme</i>	<i>WCIRP</i>
PMIC	Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMC) <i>World Climate Research Programme</i>	<i>WCRP</i>
PMVSC	Programa Mundial de Vigilancia del Sistema Climático (PMDVC) <i>World Climate System Monitoring Programme</i>	<i>WCSMP</i>
PNB	producción neta de biomasa <i>biomass net production</i>	<i>BNP</i>
PNCCC	Programa Nacional sobre Clima y Cambio Climático	
PNI+D+I	Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica	
PNRU	Plan Nacional de Residuos Urbanos (MMA)	
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU) <i>United Nations Environment Programme</i>	<i>UNEP</i>
PPB	producción primaria bruta <i>gross primary production</i>	<i>GPP</i>
ppm	partes por millón (en volumen) <i>parts per million</i>	<i>ppm</i>
RCE	reducción certificada de emisiones (MDL) <i>certified emission reduction</i>	<i>CER</i>
RITE	Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios	
RN	Registro Nacional <i>National Registry</i>	<i>NR</i>
RPC	Reserva del Período de Compromiso <i>Commitment Period Reserve</i>	<i>CPR</i>
SAF	Centros de Aplicaciones de los Satélites <i>Satellite Applications Facility</i>	<i>SAF</i>

SIGLA	DENOMINACIÓN	INITIALS
SIG	sistema de información geográfica <i>geographical information system</i>	GIS
SMOC	Sistema Mundial de Observación del Clima (OMM-PNUMA-CIU-COI) <i>Global Climate Observing System</i>	GCOS
SN	Sistema Nacional <i>National System</i>	NS
SPARC	Procesos Estratosféricos y su Función en el Clima (PMIC) <i>Stratospheric Processes and their Role in Climate</i>	SPARC
START	Sistema para el Análisis, la Investigación y la Formación (PIGB) <i>System for Analysis, Research and Training</i>	START
tep	Tonelada equivalente de petróleo <i>Tonne of oil equivalent</i>	toe
UCA	unidad de cantidad atribuida <i>assigned amount unit</i>	AAU
UDA	unidad de absorción (LULUCF) <i>removal unit</i>	RMU
UE	Unión Europea <i>European Union</i>	EU
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (ONU) <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>	UNESCO
URE	unidad de reducción de emisiones (AC) <i>emissions reduction unit</i>	ERU
WOCE	Experimento Mundial sobre la Circulación Oceánica (PMIC) <i>World Ocean Circulation Experiment</i>	WOCE

## Anexo D.- Glosario de términos

En este glosario se incluyen palabras, expresiones o términos que aparecen a lo largo de la Estrategia y que necesitan una explicación o aclaración, bien porque se usan casi exclusivamente en este campo y/o campos afines de la ciencia, o porque su uso en él se aparta, en ocasiones de forma errónea, del uso que se le da en otros ámbitos o en el habla normal. A pesar de ello, es importante señalar que algunos no tienen un uso generalizado ni un significado preciso, y así podría darse que distintos profesionales les atribuyan significados diferentes. Al realizar el glosario se ha sido consciente de este problema y se ha optado por unas definiciones frente a otras. En modo alguno se pretende establecer qué uso es el más extendido o más correcto, lo que se busca es que el lector sepa sin ambigüedades a qué se refieren en él esas palabras o expresiones sobre las que pueden existir discrepancias. En los casos en los que no existe controversia se ha incluido la definición que dan los diccionarios especializados.

### **Abono**

Tratamiento aeróbico bioquímico por el que enzimas de microorganismos descomponen mediante oxidación biológica los residuos orgánicos, produciendo sustancia orgánica estable y materia mineral inorgánica. El producto final es una sustancia terrosa con un 40-50% de humedad que aumenta la fertilidad del suelo.

### **Actividades adicionales**

Actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura que, por lo establecido en el Artículo 3.4 del Protocolo de Kioto, pueden ser contabilizadas como sumideros. Son la gestión de bosques, de tierras agrícolas, de pastizales, y el restablecimiento de la vegetación.

### **Actividades científicas y tecnológicas**

Actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la generación, avance, diseminación y aplicación del conocimiento científico y técnico en todos los campos de la ciencia y la tecnología. Esto incluye actividades tales como la investigación y el desarrollo experimental (I+D), la educación y formación científica y técnica, y los servicios científicos y técnicos.

### **Acuerdos de Marrakech**

Conjunto de decisiones adoptadas en la 7ª Conferencia de las Partes de la Convención, celebrada en Marrakech, que constituye el desarrollo del Acuerdo político alcanzado en Bonn en la 2ª parte de su 6ª reunión. Constituye el núcleo esencial de las reglas concretas de interpretación y aplicación del Protocolo de Kioto.

### **Adaptación**

O adaptabilidad, es la capacidad que tiene un sistema para ajustar sus prácticas, procesos o estructuras a los cambios actuales o previstos en el sistema climático. La adaptación puede ser espontánea o planificada, y realizarse en respuesta a los cambios o anticipándose a ellos.

### **Aerosol**

Partícula sólida o líquida de pequeño tamaño que está suspendida en la atmósfera.

### **Agrario**

Perteneciente o relativo a la agricultura, ganadería y silvicultura.

### **Agricultura biológica**

Conjunto de técnicas de cultivo y métodos de cría de animales que buscan preservar la calidad biológica de los productos agrícolas y sus respectivos balances naturales. Se basa en la búsqueda de especies resistentes, la gestión no agresiva del suelo y la utilización de biocidas naturales.

### **Agropecuario**

Que tiene relación con la agricultura y ganadería.

**Agua residual**

Agua que procede de una zona habitada -incluida la pluvial contaminada- y vertida después de su uso doméstico, comercial o industrial.

**Albedo**

Porcentaje de la energía solar que es reflejado por la Tierra y su atmósfera, y devuelto al espacio exterior.

**Amortización**

Procedimiento contable practicado en los balances para compensar la disminución de valor de los activos debido a su utilización en la explotación, la evolución coyuntural, las innovaciones técnicas, etc.

**Anexo A del Protocolo de Kioto**

Gases de efecto invernadero y sectores-actividades-fuentes que son objeto de control por el Protocolo de Kioto.

**Anexo B del Protocolo de Kioto**

Compromiso cuantificado de limitación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, para el primer período de compromiso y con respecto al año base, de las Partes incluidas en el Anexo I de la Convención.

**Anexo I de la Convención**

Estados y agrupaciones de Estados que tienen compromisos específicos (Artículo 4.2 de la Convención), además de los generales del Artículo 4.1 de la Convención.

**Anexo II de la Convención**

Estados y agrupaciones de Estados incluidos en el Anexo I de la Convención que tienen compromisos adicionales (Artículos 4.3 a 4.5 de la Convención), concretados en la asistencia a los países en desarrollo, bien a través de recursos financieros nuevos y adicionales, o del apoyo a la lucha contra los efectos adversos del cambio climático.

**Aplicación climatológica**

Aplicación de los conocimientos climáticos a la mejora de la gestión de un sector socioeconómico.

**Aplicación conjunta**

Instrumento del Protocolo de Kioto (Artículo 6) que facilita que toda Parte del Anexo I pueda transferir a cualquiera otra de esas Partes, o recibir de ella, las unidades de reducción de emisiones resultantes de proyectos ejecutados en Partes del Anexo I y que estén encaminados a reducir las emisiones antropógenas por fuentes o incrementar la absorción por sumideros.

**Ayuda oficial al desarrollo**

Término acuñado por el Comité de Ayuda al Desarrollo (OCDE) en 1969 para identificar las transferencias de fondos públicos destinadas a promover el desarrollo económico y social de los países en desarrollo, cuyas condiciones financieras tienen una base concesional.

**Balance energético**

Balance que se realiza en un componente del sistema climático respecto de la energía que entra y sale de él, y que en él se transforma en otros tipos.

**Balance hídrico**

O hidrológico, es la evaluación cuantitativa de los volúmenes de agua y sus cambios que se producen en una cuenca en un determinado período de tiempo.

**Banco de datos**

Sistema de almacenamiento y tratamiento de la información que, además de los datos, incluye equipos informáticos, sistemas de comunicaciones, herramientas para su tratamiento, etc.

**Base de datos**

Información, generalmente en soporte informático, que corresponde a un mismo concepto.

**Base de datos climática**

Base de datos que contiene parámetros característicos del sistema climático. Estos parámetros suelen ser integraciones espaciales y/o temporales de variables o magnitudes -físicas, químicas, biológicas, etc.- que determinan las características climáticas propias de un subsistema.

**Bioaceite**

Aceite extraído de plantas oleaginosas -girasol, colza, etc.- que bajo ciertas condiciones se utiliza como carburante en motores diésel.

**Bioalcohol**

Alcohol para aprovechamiento energético obtenido a partir de biomasa. Sería etanol si se obtiene tras la fermentación y destilación de plantas con glucosa -caña de azúcar o remolacha-, y eventualmente previa sacarificación -sorgo o mandioca- o tras hidrólisis -madera-; o metanol si se obtiene, sobre todo, por síntesis química o gasificación, principalmente de madera.

**Biogás**

Gas producido a partir de la fermentación anaerobia de la materia orgánica.

**Biomasa**

Toda la materia orgánica procedente de la actividad de los seres vivos en la biosfera.

**Biomasa para aprovechamiento energético**

Fracción biodegradable de productos, desechos y residuos de la agricultura -incluidas las sustancias de origen vegetal y animal-, la silvicultura y las industrias conexas, así como de los residuos industriales y municipales.

**Biomasa primaria**

Vegetales de crecimiento más o menos rápido que pueden utilizarse, directamente o tras un proceso de transformación no químico, para producir energía.

**Biomasa secundaria**

Residuos de una primera utilización de la biomasa para la alimentación humana o animal, o para actividades domésticas o agroindustriales, que ha sido objeto de transformación física. Principalmente estos residuos son estiércoles, basuras, lodos procedentes de depuradoras, residuos agrícolas y forestales, etc.

**Biosfera**

Conjunto de todos los seres vivos que habitan la Tierra.

**Biotopo**

Territorio o espacio vital cuyas condiciones ambientales son las adecuadas para que en él se desarrolle una determinada comunidad de seres vivos.

**Burbuja comunitaria**

Resultado del ejercicio por la UE de lo estipulado en el Artículo 4 del Protocolo de Kioto, que permite a las Partes incluidas en el Anexo I a cumplir conjuntamente sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones mediante el reparto interno de la suma total de las cantidades atribuidas a ellas.

**Cálculo de costes**

Operación -base para el cálculo del precio y la rentabilidad- que toma en consideración el trabajo, los materiales y el capital necesarios, así como otros bienes consumidos -alquileres, amortizaciones, etc.-, para la producción y distribución de un producto o servicio. El cálculo puede hacerse siguiendo distintos criterios: el lugar (la empresa), el vector (los productos), o el tipo de costes (fijo o variable). Si se vincula a la unidad producida, se tiene el coste unitario.

**Calefacción a distancia o de distrito**

Energía distribuida mediante una red para el abastecimiento de calor a consumidores domésticos, terciarios o industriales, utilizando como portador el agua sobrecalentada o el vapor.

**Calentamiento global**

Aumento de la temperatura media de la superficie terrestre, considerado como un síntoma y una consecuencia del cambio climático.

**Cambio climático**

Variación climática que se produce en intervalos de tiempo entre diez mil y un millón de años debido a cambios en la emisión de la radiación solar o en los parámetros orbitales. Sin embargo, generalmente hace referencia a la alteración que las actividades humanas pueden provocar en el clima (cambio climático antropogénico).

**Campo termohalino**

Distribución espacial de la temperatura y salinidad en los océanos.

**Capa de ozono**

U ozonfera, es la zona de la atmósfera situada entre los 10 y 50 km de altitud, aproximadamente, con una distribución vertical de ozono variable en el tiempo y relativamente alta (el máximo se encuentra entre 20 y 25 km de altitud).

**Capa freática**

Capa subterránea de roca, arena o grava permeable que contiene agua.

**Carbono almacenado**

Cantidad de carbono presente en la vegetación en forma de materia orgánica (compuestos de carbono).

**Carburo clorofluorado (CFC)**

Carburo gaseoso completamente halogenado -contiene cloro y flúor- que se utiliza en sistemas de refrigeración y como propelente, espumante o disolvente. Se descubrieron alrededor de 1930 y su inocuidad de manejo les hizo inmediatamente populares. Además de ser gases de efecto invernadero, sus tiempos de permanencia en la atmósfera son largos e intervienen de forma activa en la eliminación del ozono en la estratosfera, el cual protege a la Tierra de radiaciones UV-B. Erróneamente se les denomina clorofluorocarbonos debido a una traducción del inglés (*chlorofluorocarbons*). También se utilizan los términos más correctos de compuesto clorofluorcarbonado e hidrocarburo clorofluorado (HCFC) -carburo parcialmente halogenado- para designar a esta familia de compuestos.

**Célula fotovoltaica**

Dispositivo que convierte directamente la radiación solar en energía eléctrica.

**Central térmica**

Instalación que aprovecha una fuente de calor para obtener vapor que acciona una turbina con un generador que produce electricidad. Si el calor procede de la quema de combustibles, se denomina central térmica convencional; y si tiene un origen radiactivo, central nuclear. En la práctica, cuando se habla de central térmica se hace referencia a la primera.

**Certificación forestal**

Instrumento que acredita, en forma exclusiva, la aprobación del sistema de manipulación, transporte, tratamiento o disposición final que los responsables de estas operaciones aplicarán a los productos forestales en el marco de una ley.

**Ciclo combinado**

Instalación productora de energía eléctrica que comprende un generador de turbina de gas cuyos gases de escape alimentan una caldera de calor residual que puede tener, o no, un quemador suplementario, y el vapor producido por la caldera se usa para hacer funcionar un generador de turbina de vapor.

**Ciclo del carbono**

Ciclo que sigue el carbono de paso de un reservorio a otro dentro del sistema climático por medio de procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos. Los reservorios del carbono son la atmósfera, biosfera terrestre, océanos y sedimentos. Está en la atmósfera, principalmente formando parte del CO<sub>2</sub> y del CH<sub>4</sub>; pasa a la superficie terrestre, en los océanos por medio de intercambios que se establecen entre sus capas superficiales y la atmósfera, y en la biosfera por medio de la fotosíntesis; y vuelve a la atmósfera por procesos de combustión y respiración para el CO<sub>2</sub>, y de descomposición de la materia orgánica para el CH<sub>4</sub>.

**Ciclo glacial-interglacial**

Fluctuación climática de paso de un estado climático de condiciones de glaciación, temperaturas frías y formación y avance de los glaciares, a condiciones más cálidas, con retroceso y desaparición de los glaciares en extensas zonas del hemisferio Norte.

**Ciclo hídrico**

O hidrológico, es el ciclo que realiza el agua pasando por los tres estados físicos (sólido, líquido y gaseoso), vital para el intercambio energético, a través de los diferentes componentes del sistema climático.

**Circulación general atmosférica**

Movimiento general de la atmósfera en torno a la superficie de la Tierra.

**Circulación termohalina**

Circulación a gran escala que se produce en los océanos por las diferencias de temperatura y

salinidad. En el Atlántico Norte la circulación termohalina consiste en una corriente superficial de agua cálida que fluye hacia el norte y una corriente profunda de agua fría que fluye hacia el sur, que sumadas dan como resultado un transporte neto de calor hacia los Polos. El agua de la superficie se hunde en zonas muy restringidas de flujo descendente ubicadas en latitudes altas.

### **Clima**

Conjunto de todas las manifestaciones producidas por las interacciones entre la atmósfera, hidrosfera, criosfera, biosfera y litosfera sobre una zona y para un período de tiempo.

### **Climatología sinóptica**

Parte de la climatología que se dedica al estudio de las masas de aire y los sistemas de presión que se desarrollan en escalas que se denominan sinópticas, y que equivalen aproximadamente a áreas entre  $10^6$  y  $10^7$  km<sup>2</sup>.

### **Cobertura vegetal**

O cubierta vegetal, porción de la superficie del suelo ocupada por la proyección vertical del perímetro de la parte aérea de la vegetación.

### **Cogeneración**

Sistemas o procesos que producen simultáneamente electricidad y energía calorífica. El vapor generado en calderas pasa a turbogeneradores para producir energía eléctrica, pero de tal forma que puede ser extraído -en determinados puntos de la turbina y de su escape- como vapor a contrapresión y utilizado para suministrar calor a procesos industriales, calefacción por distrito, etc.

### **Colector solar**

Dispositivo destinado a captar la radiación solar para convertirla, en general, en energía térmica y transferirla a un portador de calor (fluido térmico).

### **Combustible fósil**

Combustible de naturaleza orgánica -carbón, petróleo o gas natural- que se ha formado por el enterramiento de materias orgánicas. También se utiliza esta denominación para sus derivados, generados a partir de diferentes procesos, como la destilación del petróleo.

### **Comercio de emisiones**

Instrumento del Protocolo de Kioto (Artículo 17) que faculta a las Partes del Anexo I a realizar operaciones de comercio de los derechos de emisión a los efectos de cumplir sus compromisos.

### **Comité de Ayuda al Desarrollo**

Creado por Decisión del Consejo de Ministros de la OCDE de 23 de julio de 1960 como órgano responsable de los asuntos relativos a la cooperación con países en desarrollo. El Comité de Ayuda al Desarrollo constituye el principal foro de encuentro de los países donantes, razón por la cual es donde éstos coordinan sus políticas de cooperación al desarrollo con el objeto de lograr una mayor eficacia en la consecución de los objetivos comunes.

### **Comité de Cumplimiento**

Órgano creado por los Acuerdos de Marrakech llamado a velar por el cumplimiento de las obligaciones de las Partes del Protocolo de Kioto. Consta de dos secciones, una de carácter asesor y otra con facultades de enjuiciamiento y sanción. Está obligado a remitir información sobre la actividad que desarrolle a la Conferencia de las Partes, actuando como Reunión de las Partes del Protocolo.

### **Compost**

Producto obtenido por fermentación y elaboración de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, generalmente urbanos, y con características propias de contenido en nutrientes que lo hacen útil para aplicaciones agrarias.

### **Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM)**

En este contexto, todos los hidrocarburos volátiles a temperatura y presión ambiente. Se incluyen los compuestos (olefinas, aldehídos, cetonas, etc.) cuyos átomos de hidrógeno son parcial, o completamente, sustituidos por otros átomos (azufre, nitrógeno, oxígeno, halógenos), y se excluye el metano y aquellos que son inventariados en el Protocolo de Montreal.

### **Comunicación Nacional**

Informe exhaustivo realizado por cada Parte de la Convención que describe todas las acciones realizadas en relación con el cambio climático: estimación de las emisiones, medidas de miti-

gación, análisis de proyecciones, planes de adaptación, cooperación con países en desarrollo, y programas de educación y sensibilización. La periodicidad no está fijada todavía, pero está entre tres y cinco años.

**Concentración de fondo**

Concentración de ciertos gases, generalmente los contaminantes, que hay lejos de sus focos. Se supone que es la que tiene en ese momento cualquier punto de la atmósfera que no esté influenciado, por proximidad o ubicación flujo abajo, por los focos.

**Conferencia de las Partes**

Órgano supremo de la Convención cuyas sesiones se celebran de forma ordinaria una vez por año, en el que están representadas todas las Partes de la misma y al que se encomienda el examen de la aplicación de la Convención y de los instrumentos jurídicos conexos que ésta adopte. En este sentido actuará también como Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto.

**Confianza de las estimaciones**

Los términos y definiciones que utiliza el IPCC en su Tercer Informe de Evaluación para indicar el grado de confianza o probabilidad de las estimaciones son:

- ✧ prácticamente seguro, cuando es mayor del 99%;
- ✧ muy probable, si está en el rango 90%-99%;
- ✧ probable, cuando está en el rango 66%-90%;
- ✧ probabilidad media, si está en el rango 33%-66%;
- ✧ improbable, cuando está en el rango 10%-33%;
- ✧ muy improbable, si está en el rango 1%-10%;
- ✧ excepcionalmente improbable, si es inferior al 1%.

**Consejo Nacional de Bosques**

Órgano asesor del Ministerio de Medio Ambiente en materia de montes y recursos forestales, compuesto por representantes de las Administraciones Públicas, empresarios, propietarios forestales, consumidores, profesionales, científicos, universitarios y organizaciones no gubernamentales, tanto forestales como conservacionistas.

**Consejo Nacional del Clima**

Órgano asesor del Ministerio de Medio Ambiente en materia de clima y cambio climático, compuesto por representantes de las Administraciones Públicas, empresarios, sindicatos, consumidores, científicos y organizaciones no gubernamentales.

**Control de calidad**

Comprobaciones técnicas rutinarias que miden la calidad de un proceso y sus resultados.

**Convención**

O Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, instrumento jurídico vincular que entró en vigor el 21 de marzo de 1994 y cuyo objetivo último es lograr la estabilización de la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas para el sistema climático.

**Conversión y transformación de la energía**

Términos que se usan indiferentemente; aunque, en sentido estricto, transformación se refiere al cambio de alguna característica de la energía conservando el estado físico del agente energético, mientras que conversión se usa cuando tiene lugar una modificación del estado físico.

**Coque de petróleo**

Producto sólido, negro y brillante obtenido por craqueo de los residuos pesados, constituido por un 90-95% de carbono y que arde sin dejar cenizas.

**Coste marginal**

Coste adicional -en caso de aumento de la producción- originado por la fabricación de una unidad suplementaria.

**Craqueo**

Transformación de hidrocarburos por ruptura de las grandes moléculas en otras más pequeñas con el fin de aumentar la proporción de productos ligeros y volátiles. Se distingue entre craqueo térmico y catalítico. Éste último utiliza catalizadores para, a igualdad de temperatura, facilitar la transformación más pesada.

**Criosfera**

Subsistema del sistema climático que contiene toda el agua en estado sólido (glaciares, capas de hielo y nieve, pergelisuelo, icebergs, etc.) .

**Dato**

Valor observado de una variable que ha superado los controles de calidad y coherencia física.

**Dato climático**

Integración espacial y/o temporal de una serie de datos correspondientes a un área geográfica y período de tiempo.

**Dato histórico**

Dato obtenido o inferido a partir de registros o documentos escritos. A veces se reserva el término a la existencia de medidas registradas por escrito.

**Dato sustituto**

O *proxy*, valor de un elemento inferido a partir de observaciones de otra variable, generalmente de origen biológico o geológico.

**Decaimiento**

Disminución de la vitalidad en las plantas por aparición de condiciones adversas.

**Deforestación**

Proceso por el que desaparece un bosque o ecosistema forestal de una zona donde se había implantado.

**Denudación**

Conjunto de procesos que intervienen en el desgaste y acarreo de la superficie terrestre, que incluyen la meteorización, la erosión, los movimientos en masa y el transporte. Aunque es más amplio que erosión se usa a menudo como sinónimo, al igual que ocurre con degradación, aunque ésta es normalmente el resultado de la denudación.

**Desarrollo sostenible**

Desarrollo que permite cubrir las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades (definido por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en su informe 'Nuestro futuro común' y adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en su Resolución 42/187). A veces se confunde desarrollo sostenible con 'desarrollo sostenido', que es el que se proponía hace años como modelo para satisfacer las necesidades humanas, y consistía en un crecimiento sostenido hasta cubrir esas necesidades sin reparar en medios.

**Descomposición**

Degradación de la materia orgánica en compuestos simples, orgánicos e inorgánicos, con la consiguiente liberación de energía. Este proceso se realiza generalmente con el concurso de organismos, denominados en general descomponedores, con elevada intensidad metabólica.

**Desertización**

Término con el que se denomina tanto al proceso como al resultado de la degradación de un ecosistema que le conduce a condiciones similares a las de los desiertos. Es frecuente referirse al mismo concepto con la palabra desertificación, término incorrecto que procede de una mala traducción del inglés (*desertification*). En algunos ámbitos científicos de habla castellana se utilizan los términos desertización para designar el proceso natural y desertificación para referirse al provocado por las actividades humanas, con el resultado de que las tierras soporten una mínima cantidad de vida.

**Desierto**

Ecosistema caracterizado por recibir una precipitación inferior a 150 mm anuales, en el que la cubierta vegetal es muy escasa y no llega a cubrir el 5% del suelo.

**Detección del cambio climático**

Estudios encaminados a detectar el cambio climático en las fluctuaciones de las variables climáticas para saber qué parte de las fluctuaciones corresponde al cambio climático provocado por la intensificación del efecto invernadero y cuál a la variabilidad natural del clima.

**Detrito**

Resto de la disgregación o descomposición en partículas de una masa sólida.

**Diversidad biológica**

O biodiversidad, es la muestra de la variedad de ecosistemas, especies (animales, vegetales y microorganismos) y de sus características genéticas.

**Ecosistema**

Plantas, animales y otros organismos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores de un mismo biotopo. Aunque ecosistema se refiere a los seres vivos, puede abarcar también los componentes inertes del entorno.

**Ecosistema natural**

Ecosistema en el cual el impacto del ser humano no ha sido superior al de cualquier otra especie autóctona, y por tanto no ha afectado a su estructura. En los efectos humanos no se tiene en consideración el posible cambio climático a escala global.

**Edáfico**

Perteneciente o relativo al suelo.

**Efecto de fertilización**

Efecto que se produce en los vegetales al someterlos a condiciones ambientales con una concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> superior a la actual, y que se resume en un aumento de la producción de biomasa aérea y raíces, una disminución de las necesidades de agua, una mejor fijación de N, la liberación de fosfatos en el suelo, y una mayor tolerancia hacia la salinidad y resistencia fisiológica a la agresividad de las plagas. Las plantas C3 -la fotosíntesis fija 3 átomos de carbono por molécula-, como soja, trigo o algodón, son notablemente más sensibles a este efecto que las plantas C4 -fijan 4 átomos por molécula-, como maíz o sorgo.

**Efecto invernadero**

Calentamiento de las capas bajas de la atmósfera que se produce cuando ciertos gases presentes en ella, llamados de efecto invernadero, impiden que una parte del espectro de radiación emitido por la Tierra y la atmósfera se transmita al espacio exterior.

**Eficiencia energética**

Relación entre la energía convertida en su forma deseada y la energía en su forma inicial. En ciertos casos, la eficiencia energética puede ser superior al 100%, como en las bombas de calor que producen energía térmica a partir de electricidad y calor ambiental.

**Eficiencia exergética**

Cociente entre la capacidad real y la máxima teórica de un proceso para la conversión de energía en trabajo. Dado que relaciona la eficiencia actual de un proceso con la máxima teórica, la eficiencia exergética se utiliza para determinar los procesos que, potencialmente, disponen de más posibilidades de mejora y, por analogía, de reducción de emisiones.

**El Niño**

Manifestación regional, en la zona costera entre Ecuador y Perú, de una fluctuación de las circulaciones atmosférica y oceánica a gran escala del Pacífico ecuatorial, conocida como Oscilación Austral. A finales de diciembre, verano en esas latitudes, cuando los vientos alisios son más débiles, una corriente oceánica cálida recorre en dirección sur la costa sur de Ecuador y norte de Perú. Como este fenómeno se produce en Navidad, se asocia con ella y de ahí el nombre de "El Niño".

**Elasticidad**

Cociente de las variaciones relativas de dos variables durante el mismo período de tiempo, suponiendo que una depende de la otra.

**Elemento climático**

Cualquiera de las propiedades, condiciones o variables usadas para describir el estado de un componente del sistema climático: temperatura, presión atmosférica, precipitación, viento, humedad del suelo, vegetación, etc. Su conjunto define el clima en un determinado lugar y/o período de tiempo.

**Energía final**

Energía (gasolinas, electricidad, etc.) puesta en el punto de consumo, y por tanto de uso directo en dispositivos y sistemas tales como automóviles, electrodomésticos, maquinaria, etc. La energía final debe sufrir una última transformación para convertirla en 'energía útil', tal como trabajo o calor.

**Energía nuclear**

Energía eléctrica o térmica producida en un reactor, en el que se puede sostener y controlar una reacción automantenida de fisión nuclear en cadena.

**Energía primaria**

Energía obtenida directamente de fuentes naturales (carbón mineral, petróleo o gas natural en crudo, energía solar, biomasa, energía nuclear, etc.), que en su mayor parte es convertida en otros tipos de energía.

**Energía renovable**

Energía disponible a partir de procesos permanentes y naturales de conversión energética, explotables económicamente en las condiciones actuales o futuras. Pueden ser continuamente renovables (flujo permanente), por ciclos cortos (anual) o con periodicidad de una o más generaciones; además de poder ser renovables total o parcialmente.

**Episodio extremo**

En climatología se conoce con este nombre, o también con el de suceso extremo, al hecho de que un parámetro climático alcance en un determinado momento o período de tiempo un valor inusual, es decir, que la frecuencia con la que se repite ese valor es extremadamente baja.

**Erosión**

Acción de los agentes atmosféricos naturales sobre cualquier cuerpo expuesto a ellos. En este documento, el término se refiere principalmente al desgaste del suelo por la acción física y química del agua.

**Escala espacial**

Tamaño de la superficie sobre la que se producen determinado los fenómenos climáticos. Se denomina continental si está entre 10 y 100 millones de kilómetros cuadrados, regional entre 0,1 y 10 millones de kilómetros cuadrados, y local si es inferior a 100.000 km<sup>2</sup>.

**Escenario**

Conjunto de circunstancias que se consideran en torno a una situación, más las propias consecuencias de esas hipótesis.

**Escenario climático**

Conjunto de valores de los elementos climáticos que configuran un posible estado climático. En general no se refiere a un estado climático real, sino a un estado hipotético resultado de la modelización climática tras cambiar algún factor de forzamiento del clima.

**Escenario habitual o tendencial**

O '*business-as-usual scenario*' (también '*surprise free scenario*'), escenario que equivale al conjunto de hipótesis que significan la continuidad de la situación habitual, lo que implica la no existencia de nuevas regulaciones. Esto no significa invariabilidad; sino que todo seguirá su curso como hasta el presente, es decir, variando según lo dicten los factores económicos y sociales implicados mediante la extrapolación de las grandes tendencias ya observadas.

**Escorrentía**

Movimiento de las aguas continentales bajo el influjo de la gravedad. Frecuentemente se restringe a la escorrentía superficial (movimiento de agua que no se ha infiltrado y se mueve sobre la superficie de las tierras); aunque también se habla de la escorrentía subterránea.

**Especies endémicas**

Especies vegetales o animales propias y exclusivas de determinadas localidades o regiones.

**Especies relícticas**

Especies vegetales o animales que han sobrevivido a algún cambio (biótico o abiótico) importante y subsisten aisladas de sus restantes manifestaciones actuales.

**Estado climático**

Fase por la que atraviesa el clima que viene definida por un determinado rango de variación de los elementos climáticos. Puede corresponder a un período estable de casi equilibrio del sistema climático o a un período de transición entre dos estados estables.

**Estratosfera**

Parte de la atmósfera inmediatamente superior a la troposfera que se caracteriza porque generalmente la temperatura aumenta con la altitud, y por contener una alta proporción de ozono en sus capas. Se extiende aproximadamente hasta una altitud de unos 50 km.

### **Eutrófico**

Medio rico en nutrientes -en especial nitrógeno y fósforo- que acelera el crecimiento de algas y potencia un gran desarrollo de la vegetación.

### **Evaporación**

Proceso de paso del agua líquida a forma gaseosa en la atmósfera.

### **Evapotranspiración**

Suma de los procesos por los que el agua pasa desde el suelo a la atmósfera. Comprende la evaporación y la transpiración (paso del agua desde las plantas a la atmósfera).

### **Evapotranspiración potencial**

Cantidad de agua que se evaporaría de una extensión de hierba verde, de altura uniforme y en crecimiento vegetativo, cubriendo totalmente el suelo y sin limitación de agua. En tiempo seco la evapotranspiración real suele ser menor que la potencial; sin embargo, en sucesos lluviosos la masa forestal puede tener una evapotranspiración real superior a la potencial, debido a que aquella depende tanto de factores radiativos como cinéticos advectivos.

### **Factor abiótico**

Componente que determina el espacio físico en el cual habitan los seres vivos. Dentro de los más importantes podemos encontrar el agua, clima, luz, pH, suelo, nutrientes, etc.

### **Factor ambiental**

Cualquier componente del medio ambiente que influye en la vida de un organismo o grupo de organismos.

### **Factor biótico**

Factor originado por los seres vivos que afecta al medio ambiente.

### **Factor climático**

Condiciones físicas, distintas de los elementos climáticos, que gobiernan el clima. Los más importantes son la latitud, altitud, distribución de tierras y mares, topografía del terreno, corrientes oceánicas, etc.

### **Factor limitante**

Factor presente por debajo del nivel óptimo y que impide alcanzar el óptimo total de un proceso biológico, que en otro caso se alcanzaría.

### **Fenología**

Ciencia que estudia la relación entre los fenómenos atmosféricos y la variación de actividades y ciclos biológicos de animales y plantas.

### **Fermentación**

Proceso por el que la biomasa se somete a la acción de microorganismos seleccionados y sufre una conversión enzimática que proporciona, en general, fases gaseosa, líquida y sólida.

### **Fermentación aerobia**

O digestión aerobia, fermentación producida en presencia de oxígeno; por ejemplo, la producción de abonos naturales o compost.

### **Fermentación anaerobia**

O digestión anaerobia, fermentación producida en ausencia de oxígeno; por ejemplo, fermentación alcohólica para producción de bioalcoholes, o metánica para generación de biogás.

### **Fisión nuclear**

División de un núcleo pesado en dos -con masas del mismo orden de magnitud- acompañada habitualmente de emisión de neutrones y de radiaciones gamma, y de liberación de energía.

### **Fondo de Adaptación**

Creado por los Acuerdos de Marrakech como Fondo destinado a financiar programas concretos de adaptación en países en desarrollo que sean Parte del Protocolo. Los recursos que alimentan el Fondo procederán tanto de aportaciones voluntarias de donantes como de un porcentaje de los beneficios generados con la ejecución de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio. La gestión de este Fondo se encomienda al Fondo para el Medio Ambiente Mundial bajo la dirección de la Conferencia de las Partes en su calidad de Reunión de las Partes del Protocolo.

### **Fondo Especial de Cambio Climático**

Creado por los Acuerdos de Marrakech con la finalidad de servir como instrumento adicional

para financiar actividades, programas y medidas que sean complementarios a los ya financiados por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y por la ayuda bilateral y multilateral preexistente en áreas tales como la adaptación al cambio climático, la transferencia de tecnologías, la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la gestión de bosques y la gestión de residuos, así como la diversificación de las economías dependientes de la producción y exportación de combustibles fósiles. La gestión de este fondo se encomienda al Fondo para el Medio Ambiente Mundial bajo la dirección de la Conferencia de las Partes.

### **Fondo para el Medio Ambiente Mundial**

Creado en 1991 como instrumento de la cooperación internacional llamado a financiar acciones dirigidas a paliar cuatro grandes amenazas globales para el medio ambiente: pérdida de la biodiversidad, cambio climático, degradación de las aguas internacionales y disminución de la capa de ozono. A ello se suma la financiación de acciones contra la degradación del suelo y los contaminantes orgánicos persistentes. Tras la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, se acometió un proceso de reestructuración del Fondo. Desde entonces actúa como instrumento financiero de los tres convenios adoptados en Río. El Fondo no cubre el presupuesto total del proyecto, sólo cubre la diferencia o incremento entre el coste del proyecto ejecutado conforme a criterios ecológicos y el coste si se hubiese llevado a cabo sin tener en cuenta la variable ambiental.

### **Fondo para Países Menos Desarrollados**

Creado por los Acuerdos de Marrakech para dar apoyo financiero al programa de trabajo en países menos desarrollados. Dicho programa deberá contener, entre otros, los programas nacionales de acción para la adaptación. La gestión de este fondo se encomienda al Fondo para el Medio Ambiente Mundial bajo la dirección de la Conferencia de las Partes.

### **Forestación**

Proceso de convertir tierras en ecosistemas forestales (bosques o extensiones de árboles de bajo porte) por la intervención del hombre. Se distingue entre aforestación: repoblación de tierras que no son bosques desde hace muchos años; y reforestación: repoblación de zonas que fueron bosques y dejaron de serlo por las actividades humanas.

### **Forzamiento radiativo**

Variación en el promedio del flujo neto de radiación de la tropopausa como consecuencia de cambios en la radiación solar entrante o en la radiación infrarroja saliente.

### **Fotorrespiración**

Proceso metabólico que implica la asimilación de oxígeno y el desprendimiento de dióxido de carbono. Es realizado por las plantas verdes cuando están expuestas a la luz, y se interrumpe con la oscuridad.

### **Fotosíntesis**

Proceso biológico en el que la energía lumínica se convierte en energía química utilizable por los seres vivos. La fotosíntesis utiliza una fracción relativamente pequeña (menos del 1%) de la energía radiante que llega a la biosfera, pero que resulta ser cuantitativamente trascendental al implicar una fijación anual de 75 Gt de carbono. La fotosíntesis también se denomina función clorofílica.

### **Garantía de calidad**

Sistema de revisión del inventario de emisiones para asegurar su calidad, realizado por personas no involucradas en su elaboración.

### **Gas de efecto invernadero**

Gas atmosférico -natural o antropogénico- que se caracteriza por ser opaco a ciertas radiaciones del espectro emitido por la Tierra y la atmósfera. Aunque el vapor de agua es el gas con mayor poder de efecto invernadero, no se considera como tal porque su concentración no está directamente relacionada con las actividades humanas. Sí se consideran al resto de los constituyentes que tienen esa capacidad: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ozono y los carburos halogenados.

### **Gestión de bosques**

Prácticas para la administración y uso de tierras forestales con objeto de permitir que el bosque cumpla sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible (podas, claras, etc.).

### **Gestión de tierras agrícolas**

Prácticas en tierras dedicadas a cultivos agrícolas y en tierras mantenidas en reserva o no utilizadas temporalmente para la producción agrícola (barbecho sin suelo desnudo, etc.).

**Gestión de pastizales**

Prácticas en tierras dedicadas a la ganadería para manipular la cantidad y tipo de vegetación y ganado producidos (riego, fertilización de pastos, etc.).

**Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático**

También conocido por sus siglas en inglés -IPCC- (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), es una Agencia especializada de Naciones Unidas cuyo objetivo es la evaluación periódica de la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión de las causas y efectos del cambio climático, así como de las alternativas para la lucha frente a ellos.

**Hábitat**

Conjunto de características físicas y biológicas necesarias para proporcionar alimentación y refugio para la fauna o la flora.

**Halones**

Grupo de carburos completamente halogenados (sin átomos de hidrógeno), uno de cuyos radicales es el bromo.

**Hidrocarburo**

Compuesto químico formado por carbono e hidrógeno exclusivamente. Se distinguen tres familias: saturados -sólo enlaces sencillos de carbono-, que se dividen en parafinas (cadenas de carbono abiertas) y naftenos (cadenas que se cierran formando ciclos); insaturados, que se dividen en olefinas (con uno o varios enlaces dobles) y acetilénicos (con un triple enlace como mínimo); y aromáticos, que contienen al menos un ciclo insaturado de seis átomos de carbono del mismo tipo que el benceno.

**Hidrosfera**

Toda el agua del planeta, tanto la que está en forma gaseosa en la atmósfera como en fase líquida en ríos, lagos, océanos, etc., así como la que está en forma de hielos (criosfera). Sin embargo, en climatología es común denominar hidrosfera sólo a la parte líquida.

**Humus**

Material edáfico de color oscuro, altamente coloidal, compuesto por residuos orgánicos de plantas y animales más o menos degradados, así como por sustancias sintetizadas por los organismos del suelo y por diferentes sustancias inorgánicas, y que constituye un estado intermedio en el proceso de disolución de los despojos orgánicos en el suelo.

**Impacto**

Término usado como sinónimo de repercusión grave y frecuentemente rápida de un efecto determinado. En este caso tiene dos acepciones: impacto ambiental, repercusiones que tienen las actividades humanas en el medio ambiente; e impacto climático, repercusiones que tendría la variación de las condiciones climáticas sobre los sectores socioeconómicos.

**Incineración**

Proceso para ignición y quemado de residuos combustibles sólidos, semisólidos, líquidos o gaseosos. Su objeto es reducir su volumen previamente al almacenamiento de sus cenizas o su transformación en materiales de construcción, convertir en inocuos los productos tóxicos, o valorizarlos energéticamente.

**Innovación científica y tecnológica**

Concepto asimilable a la transformación de una idea en un nuevo o mejorado producto que se introduce en el mercado, en un nuevo o mejor proceso operacional usado por la industria, o en una nueva forma de aproximarse a cuestiones sociales. La innovación comprende actividades científicas, organizativas, tecnológicas, financieras y comerciales, por lo que la I+D es sólo una parte de ella y puede darse en cualquier fase del proceso de innovación.

**Inventario de emisiones y absorciones**

Informe anual de cada una de las Partes del Protocolo de Kioto y/o la Convención donde se reflejan la cantidad y procedencia de los gases de efecto invernadero emitidos y absorbidos por esa Parte.

**Inventario Forestal Nacional**

Documento cuyo objetivo es suministrar una información estadística homogénea y adecuada sobre el estado y evolución de los montes. Así mismo, sirve como instrumento para la coordinación de las políticas forestales y de conservación de la naturaleza de las Comunidades Autónomas, el Estado y la Unión Europea.

**Investigación y desarrollo experimental (I+D)**

Trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar la capacidad de conocimiento -incluyendo el conocimiento del Hombre, su cultura y sociedad-, y su utilización para el establecimiento de nuevas aplicaciones. El I+D cubre tres actividades: investigación básica, que es el trabajo teórico o experimental desarrollado sobre las bases de cualquier fenómeno o hecho observable, sin tener prevista ninguna aplicación con los resultados; investigación aplicada, que es la investigación dirigida hacia un objetivo práctico para la resolución de problemas concretos; y desarrollo experimental, que es el trabajo sistemático, fundado en el conocimiento adquirido por la investigación o la práctica, dirigido a la producción de nuevos materiales, equipos o dispositivos, la instalación de nuevos procesos o sistemas, o la mejora sustancial de los ya instalados.

**Limpia**

Cuidado silvícola consistente en la extracción del matorral y demás estratos leñosos, que no forman parte de masa forestal destinada al aprovechamiento maderable.

**Litosfera**

Subsistema del sistema climático que es el conjunto de los suelos de la Tierra.

**Lluvia torrencial**

En meteorología se consideran lluvias torrenciales aquellas cuya intensidad de precipitación sobrepasa los 40 mm/h.

**Marea de tempestad**

Aumento temporal del nivel del mar, causado por condiciones meteorológicas extremas (tormentas, huracanes, etc.), con respecto al esperado de la marea astronómica en un momento y un lugar determinados. El nivel del mar se eleva por tres causas: una bajada de la presión atmosférica (efecto barómetro invertido), que eleva la superficie del agua; efecto directo de empuje del viento, que apila el agua en la costa; y acoplamiento de los picos energéticos de las ondas largas con la forma de la costa.

**Marea meteorológica**

Es un componente de la marea que tiene su origen en variaciones diarias o estacionales de las condiciones meteorológicas. En algunos foros se llama también así a la marea de tempestad.

**Matorral**

Formación vegetal constituida por plantas leñosas de talla pequeña, ramificadas desde la base (arbustos y matas) que dominan cierto territorio.

**Mecanismo de desarrollo limpio**

Instrumento del Protocolo de Kioto (Artículo 12) cuyo propósito es ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y a las Partes del Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones. Las Partes del Anexo I podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de proyectos ejecutados en Partes no Anexo I y que estén encaminados a reducir las emisiones antropógenas por fuentes o incrementar la absorción por sumideros.

**Medio ambiente**

Pleonasmo que por extensión ha derivado su acepción hacia el conjunto de las circunstancias físicas, culturales, económicas, sociales, etc., que rodean a las personas.

**Mejor técnica disponible**

Fase más eficaz y avanzada de desarrollo de actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.

**Migración**

Desplazamiento colectivo de carácter periódico, más o menos prolongado en el tiempo y en el espacio, provocado por la combinación de un estímulo externo con otro interno.

**Mitigación**

Intervención antropogénica para luchar contra las causas del cambio climático, es decir, para reducir las fuentes o aumentar los sumideros de los gases de efecto invernadero.

**Modelización 'bottom-up'**

O modelización por agregación, es la que llega a conclusiones económicas a partir de un análisis

sis del efecto de algunos cambios en parámetros específicos de las partes menores de un sistema general.

**Modelización 'top-down'**

O modelización por desagregación, es la que deduce, de generalizaciones amplias muy globalizadas de naturaleza económica o econométrica, detalles regional o funcionalmente independientes.

**Modelización climática**

Simulación de la evolución de los procesos que gobiernan el sistema climático por medio de ecuaciones matemáticas que se resuelven mediante computadoras.

**Modelo acoplado**

Modelo que tiene en cuenta la evolución de dos o más subsistemas del sistema climático. El modelo no dispone de las mismas ecuaciones y parametrizaciones para ambos subsistemas, sino que integra de forma continua las variaciones que se producen en la superficie frontera entre ellos. En el caso del acoplamiento atmósfera-océano, cuando también tiene en cuenta las condiciones de las capas profundas, se denomina modelo completamente acoplado.

**Modelo de circulación general**

Conjunto de ecuaciones y parametrizaciones que simulan la dinámica atmosférica. Trata de representar las principales características de la circulación general atmosférica.

**Modelo regional**

Modelo que simula la evolución del tiempo o el clima de una determinada región del planeta, cuyas condiciones frontera son constantes o se obtienen de un modelo de escala global.

**Neto-neto**

Sistema de contabilidad utilizado para la gestión de tierras agrícolas, de pastizales y el restablecimiento de la vegetación, por el que a las emisiones o absorciones netas del periodo de compromiso, consecuencia de estas actividades, se le restan las emisiones o absorciones netas del año base multiplicadas por cinco.

**Nevada intensa**

Nevadas en las que la cubierta de nieve aumenta a un ritmo superior a 4 cm cada hora.

**Nutrientes**

Componentes del suelo que utilizan los organismos vegetales para realizar sus funciones vitales, que son transformados por la fotosíntesis.

**Observación**

Acción y resultado de medir el valor de una variable en un determinado instante y lugar por medio de un equipo correctamente calibrado.

**Oligotrófico**

Medio pobre en nutrientes. Es lo opuesto a eutrófico.

**Onda seiche**

Onda estacionaria causada por fuertes vientos y/o cambios de presión, que generalmente da lugar a oscilaciones periódicas del nivel del mar en un puerto o bahía. El periodo de estas oscilaciones depende de la geometría del puerto o bahía, es decir, de su periodo de resonancia. Aunque no suelen ser de gran amplitud, si su causa persiste por largo tiempo, y dependiendo de la situación de los nodos, pueden causar daños.

**Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico**

Sucesora de la Organización para la Cooperación Económica Europea, fue creada en 1961 para favorecer el buen gobierno, la eficiencia y el desarrollo económico entre sus Estados miembros, a los que se les exige un compromiso con el modelo democrático y la economía de mercado. No obstante este planteamiento fue desde su inicio objeto de una interpretación extensiva que hizo posible el desarrollo de líneas de actuación en relación con países terceros, ya fueran países en desarrollo o bien con economías en transición.

**Organización regional de integración económica**

Organización constituida por Estados soberanos de una determinada región que tiene competencia respecto a ciertos asuntos y que ha sido debidamente autorizada, de conformidad con sus procedimientos internos, para firmar, ratificar, aceptar, aprobar o adherirse a documentos o instrumentos que la vinculen legalmente.

**Oscilación Austral**

Oscilación de la presión a gran escala (fluctuación de la intensidad de la circulación general intertropical oceánica y atmosférica) en el Pacífico ecuatorial.

**Oscilación del Atlántico Norte**

Fluctuación de la fuerza del viento zonal del océano Atlántico debido a variaciones de la presión, tanto en el cinturón subtropical de altas como en la baja subpolar de Islandia.

**Parametrización**

Procedimiento para añadir términos a las ecuaciones que gobiernan un sistema con el fin de tener en cuenta los procesos que se producen a menor escala que la de la rejilla del modelo, o aquellos otros que para ser descritos necesitan ecuaciones y variables adicionales, y que por tanto harían que el modelo se complicase excesivamente.

**Pastizal**

Terreno de pastos. Se diferencia de los prados naturales en que los pastizales se dan en climas más secos y no son susceptibles de aprovechamiento por siega.

**Pergelisuelo**

O *permafrost*, capa del suelo, especialmente bajo la superficie, permanentemente helada.

**Período de compromiso**

Plazo de tiempo que sirve de referencia para evaluar el cumplimiento de las obligaciones de limitación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero establecidas en el Protocolo de Kioto. El primer periodo de compromiso corresponde a los años 2008-12.

**Período vegetativo**

Tiempo durante el cual las condiciones del medio son las propicias para la actividad fisiológica de los vegetales. Durante él se producen el crecimiento, la floración, la fructificación y la germinación de las semillas.

**Pirólisis**

Descomposición térmica de combustibles sólidos en ausencia de oxígeno y a temperaturas elevadas (> 200 °C). Los productos obtenidos son mezclas líquidas complejas de ácidos, alcoholes, aldehidos y fenoles que deben separarse para su aprovechamiento. El residuo sólido está constituido por carbón de madera o coque, mientras que el residuo gaseoso es una mezcla de bajo poder calorífico con un contenido de metano inferior al 50%.

**Plan de Acción de Cumplimiento**

Plan que deberán presentar ante el Comité de Cumplimiento antes de finalizar los tres meses inmediatamente posteriores a la declaración de incumplimiento aquellas Partes afectadas por ésta. Deberá incluir un análisis de las causas del incumplimiento, las acciones que la Parte pretende poner en marcha para cumplir su objetivo de limitación o reducción en el periodo de cumplimiento siguiente, dando prioridad a las medidas de ámbito interno, así como un calendario de dichas acciones que permita llevar a cabo una valoración anual del progreso efectuado.

**Plan Forestal Español**

Plan elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente que realiza un diagnóstico de la situación de los montes españoles, evalúa las necesidades de inversión y propone actuaciones encaminadas a su restauración, conservación y gestión forestal sostenible.

**Potencial de calentamiento global**

Aplicado a un gas de efecto invernadero y expresado en función del valor para un gas de referencia (CO<sub>2</sub>), es el forzamiento radiativo acumulado desde el presente hasta un determinado momento del futuro, causado por la unidad de masa del gas emitida en el instante actual.

**Prado**

Formación herbácea producida por la acción humana a partir del monte rozado, estercolado, segado y pastado. En España es costumbre llamar pradera al prado sembrado para distinguirlo del que sale del monte rozado.

**Precursor del ozono**

Gas perteneciente a las familias del oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, cloro o bromo que controla la concentración atmosférica del ozono por medio de procesos fotoquímicos.

**Predecibilidad**

Término usado no sólo como medida de la posibilidad de predecir la evolución de un proceso,

sino también de la capacidad de predecir que tienen los modelos; es decir, evaluación numérica mediante criterios objetivos de la bondad de la predicción traducida en una estimación del tiempo durante el cual la predicción sería aceptable.

### **Previsión**

Actividad que tiene por objeto la predicción de acontecimientos y del desarrollo futuro de una variable o conjunto de ellas, tomando en consideración los valores previsibles de los factores que les afectan y gobiernan.

### **Principio de equidad**

Principio en virtud del cual cada persona tiene el mismo derecho -aunque no obligación- para hacer uso de la misma cantidad de 'espacio ambiental', como por ejemplo: energía, materias primas no renovables, terreno agrícola, bosques y capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>, etc. (Principio 3 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo).

### **Principio de precaución**

Principio en virtud del cual se establece la conveniencia de tomar medidas antes de tener la seguridad de que se van a producir determinados efectos, debido a la gravedad y alta probabilidad de éstos (Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo).

### **Principio de 'quien contamina paga'**

Principio en virtud del cual los causantes de perjuicios o de un atentado al medio ambiente deben responder económicamente de las medidas para su corrección. Se define en la Recomendación C(72) 128 de la OCDE (*Guiding Principles Concerning International Economic Aspects of Environmental Policies*), adoptada el 26 de mayo de 1972.

### **Principio de responsabilidad diferenciada**

Principio en virtud del cual las obligaciones que un país o grupo de países deben asumir respecto a un asunto se establecerán según su responsabilidad en el problema y su grado de desarrollo (Principio 7 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo).

### **Producción**

En términos ecológicos es el incremento total de la biomasa o de uno de sus niveles tróficos. Se denomina producción primaria bruta a la cantidad total de materia orgánica fijada por la fotosíntesis; y producción primaria neta a la producción primaria bruta menos la respiración.

### **Producto interior bruto**

Conjunto final de bienes y servicios producidos por los nacionales y extranjeros en el interior del país.

### **Prospectiva**

Método de investigación que trata de evitar los inconvenientes de una única previsión cuantitativa, mediante la utilización de una perspectiva compuesta de varios escenarios futuros. En ellos se adopta una visión global que examina las variables cualitativas y cuantitativas, observa las relaciones dinámicas entre ellas y desarrolla los posibles escenarios a partir del análisis del comportamiento y de la estructura habitual del sector que se estudia.

### **Protocolo de Montreal**

El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono es un tratado internacional adoptado en 1987 para eliminar la producción y el consumo de las sustancias que agotan la capa de ozono estratosférico.

### **Prototipo TT:clear**

Instrumento prototipo diseñado por la Secretaría de la Convención, en aplicación de las decisiones de la Conferencia de las Partes, por el que se ofrece una entrada estructurada a la información existente en Internet sobre información tecnológica.

### **Reparto de la carga**

Acuerdo por el cual el Consejo de la UE, en ejercicio de la opción prevista en el Artículo 4 del Protocolo de Kioto, redistribuye entre los Estados Miembros la obligación de reducir las emisiones un 8% durante el primer periodo de compromiso. El acuerdo forma parte de la 'Decisión del Consejo de 25 de abril de 2002 relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo'. Como consecuencia del mismo los países comunitarios ven modificados los términos de su compromiso de reducción, exigiéndoseles el cumplimiento individual del porcentaje de limita-

ción o reducción que aparece en el Anexo II de tal Decisión, y no el previsto en el Anexo B del Protocolo.

**Radiación**

Energía electromagnética que se propaga en el espacio.

**Radiación de onda corta**

Radiación de longitud de onda comprendida entre 0,3 y 4  $\mu\text{m}$ ; banda en la cual la emisión del Sol tiene su mayor intensidad, por lo cual se suele llamar radiación solar.

**Radiación de onda larga**

Radiación de longitud de onda mayor de 4  $\mu\text{m}$ ; o radiación de la Tierra debido a que por su temperatura superficial emite en la banda del infrarrojo.

**Reciclado**

Recuperación de materiales a partir de residuos procedentes de diversos sectores de actividad y retorno de este material al proceso, ahorrándose materia prima, energía y costes que, de otra manera, hubieran sido requeridos para producirlos a partir de las materias primas.

**Red de estaciones de referencia**

Red de estaciones climáticas, con registros largos y homogéneos, ubicadas en lugares donde los cambios ambientales provocados por el hombre sean mínimos, para determinar las tendencias del clima.

**Regeneración natural**

Aparición de nuevas plantas en una superficie sin la intervención del hombre.

**Registro Nacional**

Base de datos electrónica en la que deben constar todas las cuentas existentes y el contenido de las mismas, es decir, el número de unidades correspondientes a cada tipo de crédito de emisión.

**Rejilla de un modelo**

Rejilla horizontal (vertical) es la cuadrícula en la que se divide la superficie (un plano perpendicular a la superficie) de la Tierra para la aplicación de las ecuaciones que se simulan los procesos de un sistema. En general, la rejilla de un modelo está relacionada con la mitad del menor armónico del desarrollo en serie de las funciones que representan la modelización físico-matemática del sistema de estudio.

**Rentabilidad de una inversión**

Criterio que representa la relación de los reintegros anuales -ventas menos gastos de explotación- al capital amortizable aplicados antes de impuestos. Por extensión, también se utiliza después de los impuestos. Es la inversa del tiempo de retorno.

**Requisito de elegibilidad**

Condiciones que un Estado Parte del Protocolo de Kioto debe satisfacer para tener el derecho de participar en los mecanismos de flexibilidad.

**Reserva del Período de Compromiso**

Nivel mínimo de unidades de emisión de una Parte del Protocolo de Kioto que quedan excluidas del comercio de emisiones, con el objeto de evitar que se vendan en exceso los diferentes tipos de unidades y se imposibilite el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones que tienen las Partes del Anexo I.

**Resolución de un modelo**

Escala espacial de la rejilla que utiliza el modelo. Dado que la rejilla de un modelo suele ser función de la latitud (no necesariamente en modelos de área limitada), la resolución se suele tomar como el valor promedio, su valor a latitudes medias o en el centro aproximadamente del área de cobertura.

**Respuesta**

Modificación de un organismo o de su modo de conducta debido a la incidencia sobre él de un estímulo.

**Restablecimiento de la vegetación**

Actividad humana directa realizada con el objetivo de aumentar el carbono almacenado en determinados lugares mediante el establecimiento de vegetación en una superficie mínima de 0,05 ha y que no se ajusta a las definiciones de forestación y reforestación de la Convención

(por ejemplo, márgenes de autopistas, parques, etc.).

### **Restauración hidrológico-forestal**

Restauración de zonas degradadas estableciendo una cubierta vegetal estable con fines principalmente protectores, como la consolidación de cauces torrenciales, control de la erosión, etc.

### **Residuo**

O desecho, material no básico rechazado por carecer de valor inmediato o abandonado como resto de procesos o actividades.

### **Retroacción**

Efecto por medio del cual parte de la salida de un proceso sirve como entrada de éste.

### **Salinización**

Incremento del contenido salino del agua, suelo, sedimentos, etc.

### **Sensibilidad climática**

Cambio de la temperatura media superficial a nivel mundial -en situación de equilibrio- prevista por los modelos a raíz de una duplicación de la concentración atmosférica del CO<sub>2</sub>. En términos más generales, hace referencia al cambio de dicha temperatura cuando el forzamiento radiativo varía en una unidad.

### **Sensibilidad de un sistema**

Capacidad de respuesta del sistema a variaciones en las variables que definen el estado climático.

### **Sequía**

Período temporal anormalmente seco y lo suficientemente largo para producir un desequilibrio hídrico en el suelo, en el que la humedad del suelo se encuentra por debajo del nivel crítico que produce estrés por falta de agua en los seres vivos. Generalmente se aceptan diversos términos de sequía: meteorológica, cuando las precipitaciones son inferiores a lo normal; agrícola, cuando existe una deficiencia hídrica en el suelo para el normal desarrollo de los cultivos; e hidrológica, cuando existe escasez de agua en los sistemas de regulación de las cuencas hidrográficas, lo que afecta al consumo.

### **Significación estadística**

Se dice que un efecto tiene significación si la hipótesis nula es rechazada, esto es, el efecto observado es de tal magnitud que no es probable que se pueda atribuir al azar.

### **Silvicultura**

O selvicultura, ciencia destinada a la formación y cultivo de bosques.

### **Sinergia**

En ecología se usa para denominar la concurrencia de dos o más efectos sobre el medio, de lo que puede resultar un impacto mayor y más grave que la suma de los impactos individuales. El primer significado de esta palabra es el de concurso concertado de varios órganos para realizar una función.

### **Sistema climático**

Sistema formado por la atmósfera, la biosfera, la criosfera, la hidrosfera y la litosfera. Las interacciones entre todos estos subsistemas dan como resultado el clima.

### **Sistema de gestión y auditoría ambiental**

Sistema que permite la participación de las industrias/empresas en un esquema voluntario de evaluación y mejora del comportamiento ambiental de sus actividades, proporcionando al público la información más relevante. Su objetivo es la promoción de la mejora continua a través del establecimiento e implantación de políticas, programas y sistemas de gestión ambiental en cada instalación; la evaluación sistemática, objetiva y periódica del comportamiento de las instalaciones y actividades; y la puesta a disposición del público de dicho comportamiento.

### **Sistema de información geográfica**

Sistema informático que asocia información a una serie de puntos geográficos situados en una rejilla preestablecida.

### **Sistema domótico**

Sistema automático utilizado en la edificación para controlar el funcionamiento del equipamiento de una vivienda (electrodomésticos, calefacción y acondicionamiento, etc.) y optimizar su consumo de energía y agua.

**Sistema Internacional de Unidades**

Conjunto de unidades básicas y derivadas, y prefijos -adoptadas por la Conferencia General de Pesas y Medidas- utilizado para expresar la medición de una variable mediante un número más un grupo de siglas que representan las unidades y su prefijo.

**Sistema Nacional**

Todas las instituciones y disposiciones legales y de procedimiento de una Parte del Anexo I para estimar las emisiones y absorciones de origen humano de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, y para difundir y archivar la información de los inventarios.

**Sumidero**

Sistema o proceso que sustrae un gas o gases de la atmósfera.

**Técnica**

Conjunto de procedimientos bien definidos y transmisibles, basados en gran parte en la experiencia, destinados a obtener resultados prácticos. En la práctica, es el conjunto de medidas, dispositivos y procedimientos que sirven para el aprovechamiento práctico de los conocimientos científicos y empíricos facilitados por la experiencia, la utilización de las fuerzas de la naturaleza y la explotación, transformación y elaboración de materias primas para satisfacer las necesidades de la Humanidad.

**Tecnología**

Estudio de los procedimientos técnicos en su aspecto general y en su relación con el desarrollo del conocimiento. Se aplica también a la aplicación simultánea de un conjunto de técnicas a la realización de un sistema.

**Teleconexión**

Relación que existe entre los fenómenos climáticos que se producen en un lugar y los que se producen en otro distante de él.

**Teledetección**

Técnicas con las que se obtiene información a distancia, utilizadas en climatología para las estimaciones de elementos climáticos (directamente sólo se miden radiaciones) por medio de satélites, radares y otro tipo de sensores.

**Temporal de viento**

El criterio meteorológico que siguen los consorcios de seguros para fijar el derecho a indemnizaciones por temporales de viento es cuando el viento se considera representativo de una 'tempestad ciclónica atípica' (término legal sin aplicación fuera de este ámbito), es decir, cuando su velocidad media en un período de diez minutos supera los 96 km/h.

**Temporal marino**

En meteorología y climatología se dice que hay temporal cuando la velocidad del viento supera los 62 km/h, por encima de 75 km/h el temporal es fuerte, por encima de 89 km/h es duro, si es superior a 103 km/h muy duro, y con más de 118 km/h huracanado.

**Termoclina**

Capa de agua -localizada entre 100 y 1.000 m de profundidad- de transición entre las aguas superficiales bien mezcladas y las capas profundas oceánicas, donde el gradiente térmico es máximo. La menor profundidad se alcanza entre 55° y 60° de latitud, así como en el Ecuador, mientras que es más profunda a latitudes medias. La transferencia de agua y CO<sub>2</sub> a través de esta capa es muy lenta, por lo que la termoclina actúa como una barrera frente a la penetración de CO<sub>2</sub> hacia las capas profundas del océano.

**Tiempo**

Aspecto y situación de la atmósfera en un determinado momento y lugar definido a través de los elementos meteorológicos.

**Tiempo de permanencia**

Tiempo medio que una molécula de gas permanece en uno o varios de los componentes del sistema climático.

**Tiempo de renovación**

En ecología es el inverso de la tasa de renovación, es decir, la relación entre la biomasa y la producción neta, o bien, el tiempo necesario para reemplazar una determinada cantidad de sustancia en un componente del ecosistema. También se usa en ciclos como el del carbono, en

que se refiere al tiempo necesario para que se renueven en un reservorio las moléculas de ese componente. También se le denomina período de renovación.

### **Tiempo de retorno**

Criterio de rentabilidad representado por el tiempo tras el cual los ingresos totales ligados al funcionamiento de una instalación, deducidos los gastos -incluso impuestos-, son iguales al importe de las inversiones necesarias para la compra, construcción y puesta en marcha de la instalación.

### **Tiempo de vida**

Tiempo que le lleva a un gas ajustarse al nuevo equilibrio en la atmósfera si se produce un cambio en sus fuentes y/o sumideros. Para la mayoría de los gases el tiempo de vida y el tiempo de renovación coinciden.

### **Tonelada equivalente de petróleo**

Unidad de energía que equivale aproximadamente a la energía que se obtiene quemando una tonelada de petróleo. Su valor es de 10 millones de kilocalorías, que es la cantidad de calor que hay que dar a 10.000 m<sup>3</sup> de agua para aumentar 1 °C su temperatura.

### **Tormenta fuerte**

Una tormenta se considera fuerte cuando produce relámpagos continuos, turbonada violenta (más de 60 km/h de racha), granizo de más de 1 cm de diámetro, o trombas marinas.

### **Troposfera**

Parte más baja de la atmósfera de espesor variable, hasta 11 ó 20 km de altitud dependiendo de las zonas, donde la temperatura decrece bastante uniformemente con la altura.

### **Turno de corta**

Número planificado de años que transcurre entre la formación o regeneración de una masa y el momento de su corta final. En los sistemas de aprovechamiento por entresaca (discontinuos), número de años que transcurren, con arreglo a un plan, entre las cortas sucesivas en una zona determinada.

### **Unidad de absorción**

Unidad equivalente a una tonelada de CO<sub>2</sub> que ha sido absorbida de la atmósfera por un sumidero.

### **Unidad Dobson**

Capa de ozono de 0,01 mm de espesor al nivel del mar en condiciones estándares de presión (1.013,25 hPa) y temperatura (0 °C). Si todo el ozono de una columna atmosférica se comprimiera en condiciones estándares al nivel del mar, formaría una capa de espesor aproximado de 3 mm, lo que equivale a 300 unidades Dobson. La unidad recibe el nombre de uno de los primeros investigadores del ozono atmosférico: G.M.B. Dobson.

### **Uso del suelo**

Uso o gestión que se da a una superficie de terreno por el hombre. Este uso o gestión puede ser agrícola, pecuario, forestal, urbano, etc.

### **Uso sostenible**

Aprovechamiento de los recursos de una zona sin introducir elementos del exterior y sin que exista merma de los recursos existentes.

### **Validación**

Evaluación del comportamiento del modelo en cuanto a sus resultados, comprobando si éstos se ajustan a las variaciones climáticas que se tratan de simular. Validación es una traducción del inglés (*validation*) y se aplica erróneamente porque no se trata de dar validez al modelo; sino simplemente de evaluar su comportamiento (en inglés se da el mismo error).

### **Variabilidad climática**

Rango en el que se mueven los valores de los elementos climáticos en un estado climático determinado.

### **Variación climática**

Cambios o fluctuaciones que se producen en las condiciones climáticas, y por tanto en los valores de los elementos climáticos.

### **Vector**

Agente transmisor de una enfermedad.

**Vegetación**

Agrupación o asociación de plantas que forman una cubierta sobre el terreno. La vegetación puede estar formada por grupos de árboles, arbustos o hierbas. Su presencia está influenciada por diversos factores ecológicos como el clima, suelo, geología, etc.

**Vertedero**

Emplazamiento último de residuos, subterráneo o al aire libre, controlado o incontrolado según las diferentes exigencias sanitarias, de protección del medio ambiente o de otro tipo de seguridades. Un vertedero gestionado es aquél que cuenta con una autorización administrativa, independientemente del tratamiento que se dé a los residuos.

**Vigilancia**

Observación de los parámetros climáticos importantes. A veces se traduce por vigilancia la expresión inglesa *monitoring* y en realidad es la traducción de *watch*. La expresión anterior se podría traducir mejor por seguimiento de la evolución. Seguimiento, lo mismo que *monitoring* en inglés, tiene un significado más amplio que vigilancia o *watch*. Esto se refiere exclusivamente a tomar de forma continuada los valores de los parámetros importantes, mientras que el anterior se refiere más bien a seguir su evolución, comparando los valores de unos períodos de tiempo con los de otros.

**Vitalidad**

Estado correspondiente al organismo que tiene vida. Es el estado de desarrollo o vigor alcanzado por los seres vivos, que se manifiestan externamente en el aspecto general, conformación y grado de crecimiento.

**Vulnerabilidad de un sistema**

Medida de la magnitud de las repercusiones que tendría en ese sistema la variación de las condiciones climáticas. La vulnerabilidad de un sistema es función tanto de su sensibilidad a los cambios como de su capacidad de adaptación (natural o planificada con antelación a dichos cambios).

**Zona eufótica**

Zona superficial del mar, o de un lugar, en la cual penetra suficiente luz para que se produzca la fotosíntesis neta.



## Anexo E.- Bibliografía y documentos de referencia

- Bryant, E.**, 1997: *Climate process and change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Comisión Nacional del Clima**, 1995: Programa Nacional sobre el Clima: Catálogo de Proyectos 1995. MOPTMA, Madrid, España.
- Comisión Nacional del Clima**, 1995: Programa Nacional sobre el Clima: documento de trabajo nº 5. MOPTMA, Madrid, España.
- Comisión Temática de Educación Ambiental**, 1999: Libro Blanco de la Educación Ambiental en España. MMA, Madrid, España.
- Consejo Nacional del Clima**, 1998: Grupo de Trabajo de Agricultura y Medio Ambiente: Medidas para reducir la presión de los gases de efecto invernadero. MMA, Madrid, España.
- Consejo Nacional del Clima**, 1998: Informe del Grupo de Trabajo sobre Transporte y CO<sub>2</sub>. MFOM, Madrid, España.
- Consejo Nacional del Clima**, 1998: Políticas y medidas de lucha frente al cambio climático: un primer avance. MMA, Madrid, España.
- Consejo Nacional del Clima**, 1999: Grupo de Trabajo de Industria y Energía: Concreción de las políticas y medidas para la elaboración de la Estrategia Española frente al Cambio Climático. MINER, Madrid, España.
- Consejo Nacional del Clima**, 1999: Grupo de Trabajo sobre Transporte y CO<sub>2</sub>: Medidas para la reducción de las emisiones de dióxido de carbono del transporte. MFOM, Madrid, España.
- Dirección General de Política Energética y Minas**, 2002: La energía en España 2001. MINHAC, Madrid, España.
- European Commission**, 2001: *Climate Change: Glossary of common terms and acronyms*. European Commission, Bruselas, Bélgica.
- European Environment Agency**, 2003: *EEA multilingual environmental glossary*. European Environment Agency, Copenhague, Dinamarca.
- Hohmann, H.**, 1992: *Basic Documents of International Environmental Law*. Graham & Trotman Limited, Londres, Reino Unido.
- Howe, W. et al.**, 1997: *Assessing climate change*. Sellers Gordon and Breach Science Publisher.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1994: *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1995: *Climate change: a glossary by the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Ginebra, Suiza.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1996: *Climate Change 1995: Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1996: *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1996: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1997: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reference Manual*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1997: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reporting instructions*. Cambridge University Press, Cambridge,

Reino Unido.

- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 1997: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Workbook*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2000: *Emission Scenarios. Special Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2000: *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2000: *Land Use, Land Use Change, and Forestry. Special Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2001: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2001: *Climate Change 2001: Mitigation*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2001: *Climate Change 2001: Synthesis Report*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Intergovernmental Panel on Climate Change**, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Johnson, S.P.**, 1993: *The Earth Summit: the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)*. Graham & Trotman Limited, Londres, Reino Unido.
- Maunder, W.J.**, Stockholm Environment Institute, 1992: *Dictionary of Global Climate Change*. University College London Press Limited, Londres, Reino Unido.
- Ministerio de Economía**, 2002: Planificación de los sectores de electricidad y gas: desarrollo de las redes de transporte 2002-2011. MINECO, Madrid, España.
- Ministerio de Medio Ambiente**, 1998: Segunda Comunicación Nacional de España: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. MMA, Madrid, España.
- Ministerio de Medio Ambiente**, 2002: Tercera Comunicación Nacional de España: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. MMA, Madrid, España.
- Ministerio de Medio Ambiente**, 2003: Informe de España sobre inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero 1990-2001. MMA, Madrid, España.
- Ministerio de Medio Ambiente**, 2003: Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero: tablas 'Common Reporting Format'. MMA, Madrid, España.
- Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente**, 1994: Informe de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. MOPTMA, Madrid, España.
- National Research Council**, 2002: *Abrupt climate change: inevitable surprises*. National Academic Press, Estados Unidos.
- Organization for Economic Cooperation and Development**, 1994: *Frascati Manual 1993: Proposed standard practice for surveys of research and experimental development*. OECD, París, Francia.
- Real Academia Española**, 1992: Diccionario de la Lengua Española, 21ª edición. Espasa Calpe S.A., Madrid, España.
- Seidow, D., Haupt, B.J. & Maslin, M.**, 2001: *The Oceans and Rapid Climate Change. Geophysical Monograph Series, nº 126*.
- Seoánez Calvo, M.**, 1995: El Gran Diccionario del Medio Ambiente y la Contaminación. Coediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- United Nations Environment Programme**, 2002: *Climate Change Information Kit. UNEP's Information Unit for Conventions*, Ginebra, Suiza.
- United Nations Framework Convention on Climate Change**, 1998: *The Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change. Climate Change Secretariat & UNEP's Information Unit for Conventions*, Francia.
- United Nations Framework Convention on Climate Change**, 1999: *Convention on Climate Change. UNEP's Information Unit for Conventions*, Ginebra, Suiza.
- World Energy Council**, 1992: *Energy Dictionary*. JOUVE Systèmes d'Information, Paris, Francia.