

CAPÍTULO 1

TRATAMIENTO DEL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

1.1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la Convención Marco sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (CMCCNU) el Protocolo de Kioto representa un hito sin precedentes que plantea el problema del cambio climático en su doble perspectiva: global (planetaria) y sustentable (de vinculación temporal mantenida a largo plazo). El CMCCNU es el foro internacional donde se han decidido las cuotas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para cada región del Planeta y donde se han resuelto los procedimientos para alcanzarlas.

Dos inconvenientes principales complican los acuerdos internacionales sobre cambio climático: la irregular distribución territorial de su incidencia en un contexto complejo, donde dominan las incertidumbres en la estimación de daños, y los problemas éticos y técnicos que presenta implicar en el compromiso de reducción a los países menos desarrollados, cuyas disminuidas contribuciones históricas a las emisiones de GEI deben eximirles de la obligación. Respecto al primero, se ha constatado que la diferencia de costes de los daños causados y futuros por el cambio de clima entre países de distinto emplazamiento y grado de desarrollo ha resultado un gran obstáculo en la mesa de negociación del Protocolo de Kioto y posteriores Conferencias de las Partes (CP). El segundo inconveniente está relacionado al grado de vinculación exigible a los países no pertenecientes al Anexo I, es decir a los excluidos del compromiso de la reducción.

Hasta Kioto la figura del Protocolo había mostrado excelentes resultados en otro convenio internacional de reducción de emisiones. En efecto, cuando se trató de controlar las sustancias causantes de la alteración de la capa de ozono el Protocolo de Montreal promovió la puesta en marcha de un programa bastante eficaz en poco tiempo. Al éxito de Montreal contribuyó que los daños considerados se apreciaran como globales y regularmente distribuidos por todo el Planeta, pero sobre todo que

los fabricantes, distribuidores y almacenistas de los productos regulados formaran un grupo poco numeroso. El acuerdo comprometía a las escasas empresas implicadas, casi todas pertenecientes a los Estados Unidos (EEUU) y la Unión Europea (UE), y el control de las sustancias que dañan la capa de ozono resultó rápido y eficaz. Ayudó decisivamente al éxito de la operación que la toma de decisiones se limitara a un pequeño número de productores, pero sobre todo que el presupuesto del programa promovido por el Protocolo resultara moderado por la brevedad de la agenda del cumplimiento de la reducción.

El Protocolo de Kioto se ha enfrentado a un problema radicalmente distinto al de Montreal. En esta ocasión los agentes emisores de GEI se cuentan por habitantes de la Tierra y los costes y beneficios de los efectos del cambio climático se muestran difusos y notablemente heterogéneos en los diferentes emplazamientos del mapa mundial. No se trata por tanto, como en el caso anterior, de una distribución de efectos planetarios uniforme. En el balance integral de daños ocasionados por el cambio climático, algunas regiones pueden sufrir mayores perjuicios que otras, o pueden beneficiarse incluso del fenómeno del calentamiento global.

Las diferentes apreciaciones de la amenaza común del cambio climático no predisponen a la reducción voluntaria de emisiones, sino que alientan al aprovechamiento de las acciones de los otros para beneficiarse de ellas sin aceptar los costes propios¹. De este modo el proceso de negociación en las CP resulta bastante complicado, mayor aún si se tiene en cuenta que cada país no defiende una posición única; bien al contrario, representa intereses combinados de diferentes grupos y sectores económicos (derivados del petróleo, transporte, eléctrico, energías limpias, etc.)². En efecto, durante las sucesivas CP se han alineado dos bloques principales que han defendido posiciones sensiblemente alejadas entre sí: el bloque representado principalmente por los EEUU y el bloque de la UE. A partir de los acuerdos de Marrakech la UE ha conseguido un eventual consenso mayoritario, aunque a costa de la salida norteamericana de las negociaciones.

La declaración de Marrakech significa un paso importante hacia la puesta en marcha de los compromisos de Kioto. Supone un impulso decisivo para el desarrollo de los procedimientos dispuestos para facilitar la reducción de GEI: el mercado internacional de emisiones (ME) de CO₂, los proyectos de aplicación conjunta (AC) y el mecanismo de desarrollo limpio (MDL). El fundamento de los tres procedimientos es común: la eficiencia económica sin menoscabo de la reducción de GEI. Los dos primeros incluyen exclusivamente a los países del Anexo I, mientras que el MDL vinculan a los comprometidos con la reducción de GEI y a los no comprometidos.

El asunto de la participación de los países no desarrollados en las obligaciones de mitigación de emisiones ha sido discutido intensamente en las CP. Una parte importante del debate se ha centrado en si los países pertenecientes al Anexo I pueden o no cumplir su cuota de reducción de emisiones tomando medidas en los países no pertenecientes. La legitimidad de este tipo de acciones descansa en el princi-

¹ Nos referimos a la clásica posición del *free rider* o gorrón social.

² Se trata de intereses combinados, y a veces encontrados, entre distintos sectores económicos. La dificultad de mantener una posición y compromiso en este marco tan complejo no es nada sencillo. Este conflicto de intereses ayuda a comprender la retirada de EEUU del Protocolo, pero también permite contemplar la esperanza de su regreso en el futuro.

pio de reciprocidad: el país desarrollado alcanza su objetivo de reducción de emisiones de un modo más eficiente desde el punto de vista económico; el país no desarrollado recibe transferencia de capital y de tecnología a cambio. Por tanto en el espíritu del MDL subyace una cooperación coordinada y voluntaria, cuyo fin es cumplir con los objetivos de Kioto al menor coste posible. Sin embargo, la efectividad de este tipo de acuerdos entre un número limitado de países tiene un alcance muy limitado si los objetivos de reducción no se logran extender a medio plazo.

La característica diferencial de la AC y el MDL es su incidencia en el ámbito social. En la toma de medidas para mitigar el calentamiento global hay que tener en cuenta el grado de adaptación social que se espera del procedimiento y la innovación tecnológica de la medida. También hay que tomar en consideración la extensión del compromiso de la reducción de emisiones de GEI inducida por el procedimiento. De todos estos aspectos adaptativos y cooperativos, así como de la cuestión del desarrollo tecnológico, rinden cuenta la AC y el MDL, pero no el ME. Sin embargo, conviene sopesar las dificultades legales y administrativas de la puesta en marcha de los dos primeros.

En los procedimientos alternativos al ME los países desarrollados (inversores) ofrecen inversiones en tecnologías nuevas y limpias, el conocimiento y aplicación de esas tecnologías y los correspondientes beneficios económicos, sociales y ambientales de su implantación y uso; a cambio recogen los frutos de su introducción en un nuevo mercado y los activos del ahorro de emisiones de CO₂ que el proyecto (AC o MDL) genere. Los países en desarrollo (huéspedes) demandan infraestructuras y servicios locales no cubiertos por las formas convencionales de desarrollo; reciben a cambio todo lo ofertado por el país inversor. Esta mutua solidaridad debe mover al desarrollo y estimular la creación de nuevas oportunidades de renta y empleo, así como la difusión del conocimiento y la evolución de las nuevas tecnologías.

1.2. ESTADO Y EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂

La ratificación del Protocolo de Kioto por 153 naciones responsables de aproximadamente el 60% de las emisiones de GEI representa un hito planetario en la historia de los compromisos ambientales de la humanidad. Los datos manejados por la literatura especializada indican una tasa de crecimiento de emisiones anual acumulativa de 1,4% en los últimos 30 años, lo que supone a escala mundial un incremento del 50% desde 1970. Del conjunto de GEI inventariados por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), la máxima aportación emisora corresponde al CO₂, con el 60% del total, si bien el crecimiento de este gas emisor principal es semejante al aumento de NO_x durante el último periodo registrado (1970-2000). Las fuentes que han ocasionado un mayor ascenso de emisiones de NO_x en nuestro planeta estas tres últimas décadas son los fertilizantes utilizados en la agricultura, aunque parte del crecimiento observado ha sido neutralizado por el descenso producido en el sector industrial, gracias a las mejoras de rendimiento de quemado de las calderas y a la sustitución de combustibles ricos en carbono por otros más hidrogenados. En el balance mundial del año 2000, el 70% de las emisio-

nes han procedido de los combustibles fósiles y se ha confirmado la buena noticia de que los sectores industrial, servicios y residencial han mantenido los niveles de emisión de 1970.

El escenario global resulta, por lo tanto, preocupante, pero hay signos en la evolución de las emisiones de GEI contradictorios, de progresión y de estabilidad al mismo tiempo, y que modifican sensiblemente los planteamientos del problema del cambio climático efectuados no hace tanto tiempo. Por ejemplo, el sector agrícola se muestra con un peso creciente en el balance de emisiones, mientras que la industria, que contaba entre los sectores más agresivos en el pasado inmediato, se manifiesta como contribuyente de las emisiones que pierde peso relativo, al menos en el corto plazo. Este cambio de relevancia en el peso de las emisiones planetarias se está produciendo también entre el crecimiento demográfico³, factor en progreso, y el crecimiento económico, factor estabilizado. Sin embargo, es difícil concluir si estas pautas se van a prolongar en el tiempo o son simplemente coyunturales.

La expresión que permite calcular la evolución de las emisiones de GEI de un determinado país es la siguiente:

$$E = \text{PIB} \cdot I_E \cdot I_C, \quad [1.1]$$

donde E son las toneladas de CO₂/año emitidas, PIB, el Producto Interior Bruto en €/año, I_E, la intensidad energética media que evalúa las unidades energéticas (GJ/€) e I_C la intensidad de carbono media que mide las emisiones por unidad energética (toneladas de CO₂/GJ). Así pues el producto E está formado por un factor puramente económico, PIB, otro puramente tecnológico, I_E, y el tercero, I_C, que resulta un híbrido, parcialmente tecnológico, en tanto que depende de la eficiencia del quemado del combustible en las calderas y motores de combustión, pero función también del contenido de carbono del combustible de que se trate. Estos tres factores no son independientes entre sí, sino que actúan interactivamente.

Para calcular las emisiones de un sector o una empresa hay que sustituir el factor PIB de la expresión [1.1] por el valor añadido (VA) generado por la empresa o el sector en un proceso determinado de producción. La ecuación resultante es la siguiente:

$$E = \text{VA} \cdot I_E \cdot I_C \quad [1.2]$$

La Tabla 1.1 presenta la distribución por sectores del consumo de energía en el mundo, la UE-15 y España. Cada columna representa la estructura de consumo de cada zona considerada; la española se diferencia de la UE-15 en el mayor consumo relativo de energía final en los sectores del transporte (7,5%), industrial (3,5%) y agrícola (3%), a costa del menor consumo en el sector residencial y comercial (14%). La distribución del consumo mundial de energía final apenas presenta diferencias con la UE-15 en el sector residencial y comercial; el transporte y la indus-

³ Si nos atenemos al desarrollo económico entendido como la extensión tecnológica y estructural de los países desarrollados a las áreas en desarrollo, la incidencia en las emisiones es más acusada aún que la demográfica. En efecto, mientras que la población mundial ha pasado de 1.600 millones de habitantes en 1900 a 6.100 millones en 2000, el consumo de energía por habitante se ha multiplicado por 10 en el mismo siglo xx.

tria en cambio representan un consumo menor en el mundo respecto a la UE-15 del 4% y 3,5% respectivamente, compensado con un consumo de energía final 5 veces mayor en agricultura.

TABLA 1.1.

Distribución del consumo de energía final por zonas y sectores

Zona*/ Sector	Mundial (2000) (%)	UE-15 (2002) (%)	España (20002) (%)
Residencial y comercial	38	38,5	24,5
Transporte	28	32	39,5
Industria	24	27,5	31
Agricultura	10	2	5

Fuente: European Environment Agency y Boletín de Eficiencia energética y energías renovables nº 7 del IDAE.

* Entre paréntesis figura en cada columna el año de referencia.

En la Tabla 1.2 figura la distribución por sectores de las emisiones de CO₂ en el mundo, la UE-15 y España. Las emisiones en España son también más altas que en la UE-15 en los sectores industrial (6%) y del transporte (3%), y más bajas en el residencial y comercial (9%). Se puede concluir por tanto, comparando los índices de las Tablas 1.1 y 1.2, que España soporta un alto índice relativo de emisiones de CO₂ por unidad energética en el sector residencial y comercial, probablemente a causa de su peor calidad de construcción en relación a la media ponderada europea. También es más alto el índice relativo español industrial, probablemente por la diferencia estructural de las correspondientes industrias y por la menor competitividad de la industria española. En cambio, el índice relativo en el sector del transporte español es más bajo que el correspondiente de la UE-15, probablemente por el menor consumo de los medios de transporte por carretera en España y por la mayor velocidad de circulación en la UE-15.

TABLA 1.2

Distribución de emisiones de CO₂ por zonas y sectores⁴

Zona*/ Sector**	Mundial (2000) (%)	UE-15 (2002) (%)	España (20002) (%)
Residencial y comercial	34,5	38,5	29,5
Transporte	27	26	29
Industria	38,5	35,5	41,5

Fuente: Elaboración propia con datos de la European Environment Agency y el Libro verde de la Comisión de las Comunidades Europeas.

* Entre paréntesis figura en cada columna el año de referencia.

** Las emisiones de cada sector son la suma de sus propias emisiones más las correspondientes la electricidad consumida por cada sector.

⁴ No está incluido el sector agrícola, cuyas emisiones relevantes son los gases NO_x (aproximadamente los 2/3 del NO_x mundial) y CH₄ (aproximadamente la mitad del CH₄ mundial). En efecto, no exis-

En el contexto mundial las emisiones son más altas respecto a la UE-15 en el sector industrial (3%) y más bajas en el residencial y comercial (4%), mientras que en el sector transporte no existen apenas diferencias. Comparando estos datos con los correspondientes de la Tabla 1.1, se deduce que a escala mundial existe un mayor índice relativo de emisiones de CO₂ por unidad energética, respecto a la UE-15, en los sectores industrial y del transporte, a causa de la menor competitividad de la industria mundial respecto a la UE-15 y de la escasa renovación del parque de vehículos circulantes en el mundo. En cambio, los índices relativos en el sector residencial y comercial son más bajos que los correspondientes europeos, esencialmente por el reducido grado de demanda energética de las viviendas en relación con la media ponderada europea.

La evolución futura de las emisiones de CO₂ depende de cuatro clases de medidas tecnológicas: eficiencia energética; sustitución de combustibles de alto contenido en carbono, en energía final y en generación eléctrica; desarrollo de la energía nuclear y desarrollo de la energía renovable (ER). La Tabla 1.3 presenta las evaluaciones de mitigación de CO₂ el año 2030 en función del tipo innovación tecnológica aplicado para distintos territorios en razón del grado de desarrollo.

De la Tabla 1.3 se desprende que la eficiencia energética es el principal factor considerado en cualquier política de reducción de emisiones de CO₂ y que la cuota de ER propuesta por la UE en su plan de desarrollo se aproxima a la contribución de este tipo de energía a la mitigación de emisiones en el ámbito de la OCDE. En efecto, la cuota propuesta por la UE (12% de la energía final, que equivale aproximadamente al 23% de la energía final), se ajusta al 21% de la Tabla 1.3, aunque en este porcentaje está incluida la energía hidráulica de potencia superior a 10 MW, excluida en el objetivo de ER de la UE.

TABLA 1.3.

**Reducción de emisiones de CO₂ por innovación tecnológica
y ámbito territorial para el 2030**

Medida tecnológica /Ámbito	Mundial (%)	OCDE (%)	Países (%)		
			En transición	En desarrollo	
Eficiencia energética	58	49	63	67	
Sustitución de combustibles	Energía final	7	10	1	7
	Energía eléctrica	5	8	4	
Energía nuclear	10	12	21	5	
ER	20	21	15	17	

Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

ten emisiones de CO₂ en este sector salvo la energía eléctrica consumida (despreciable en la práctica), sino pérdidas de CO₂ por merma de suelo agrícola.

1.2.1. Estado de las emisiones de CO₂ en la UE y en España

La posición que ocupa España como país emisor en el cuadro de la UE está representada en la Tabla 1.4, donde se muestra la variación de las emisiones de los Países Miembros en el periodo 1990-2002. En las columnas segunda y cuarta se indican las emisiones en millones de toneladas en los años 1990 y 2002 respectivamente; en la tercera se presentan las cuotas iniciales de reducción comprometidas (respecto a la línea base de 1990) para alcanzar el objetivo de Kioto y en la quinta el estado de las cuotas de reducción de 2002 respecto a las emisiones de cumplimiento. Los signos positivos indican excedentes de CO₂, es decir posiciones que permiten emisiones añadidas respecto al año señalado en la columna correspondiente (1990 o 2002); los signos negativos señalan estados deficitarios, es decir posiciones que han superado las emisiones de cumplimiento obligado por el Protocolo de Kioto.

De la Tabla 1.4 se desprenden cuatro conclusiones principales. La primera es que el único País Miembro que mantiene excedentes de CO₂ los años 1990 (+4%) y 2002 (+6,4%) es Suecia, quien ha ganado en 12 años el 2,4% respecto a las emisiones iniciales otorgadas en la línea de base. Por otro lado, los dos Países Miembros que han reducido CO₂ respecto a la línea de base de partida (1990) son Alemania (13,3%), y Reino Unido (6,7%). Sin embargo, a pesar de esa progresión relativa se mantienen en posiciones deficitarias, o sea negativas. Por otro lado, han aumentado sus emisiones en el periodo 1990-2002 los siguientes países: Francia (1,6%), Bélgica (4,2%), Dinamarca (8,9%), Italia (10,6%) Holanda (11,1%) Finlandia (15,3%) y Austria (20,1%), todos ellos sin haber gozado en este periodo de excedentes de CO₂. Finalmente, también han aumentado sus emisiones en el mismo periodo Grecia (26,1%), España (41,1%), Irlanda (50,5%) y Portugal (51,3%), si bien estos Países Miembros han perdido sus excedentes de CO₂ iniciales en estos 12 años.

Para complementar las conclusiones anteriores es importante conocer la evolución de las emisiones de GEI en el futuro inmediato. En la Figura 1.1 se presentan las proyecciones en % de reducción de GEI de los Países Miembros de la UE-15 para el año 2010 respecto a la tasa de cumplimiento comprometida en Kioto. Los datos están tomados del Servicio de Datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente, obtenidos a su vez de los informes presentados por cada país en función de dos escenarios previstos: con las medidas existentes (WMS) y con medidas adicionales⁵ (WAMS). Al segundo escenario (WAMS) han recurrido únicamente Austria, Bélgica, España, Grecia, Holanda, Italia y Portugal, según se aprecia en la Figura 1.1.

A partir de los informes de reducción de GEI presentados por los Países Miembros se pueden establecer cuatro grupos principales tomando como referencia las medidas standard: grupo cumplidor del objetivo de reducción (Suecia, Reino Unido y Holanda); grupo con proyecciones por debajo de la media ponderada de la UE-15, o próximo a esta media (Alemania y Bélgica); países con proyecciones por encima de la media en menos del 15% (Grecia, Francia, Finlandia, Italia, Austria e Irlanda),

⁵ En inglés, escenarios *with measures standard* (WMS) y *with additional measures standard* (WAMS), respectivamente.

TABLA 1.4.

Variación de las emisiones de CO₂ en la UE* (1990-2002)

País Miembro	1990		2002	
	Emisiones (10 ⁶ ton CO ₂)	Cuota (%)	Emisiones (10 ⁶ ton CO ₂)	Cuota (%)
Alemania	1.015,0	-21	863,9	-7,7
Austria	61,3	-13	71,0	-33,1
Bélgica	119,0	-7,5	123,0	-11,7
Dinamarca	52,9	-21	54,3	-29,9
España	228,4	+15	331,1	-26,1
Finlandia	56,3	0	64,9	-15,3
Francia	396,9	0	403,2	-1,6
Grecia	84,0	+25	106,2	-1,1
Holanda	158,0	-6	173,9	-17,1
Irlanda	31,8	+13	45,8	-27,5
Italia	430,6	-6,5	471,4	-17,1
Portugal	43,6	+27	68,8	-24,3
Reino Unido	588,8	-12,5	545,3	-5,8
Suecia	56,3	+4	54,8	+6,4

Fuente: EUROSTAT.

* En la relación de Países Miembros se ha prescindido de Luxemburgo.

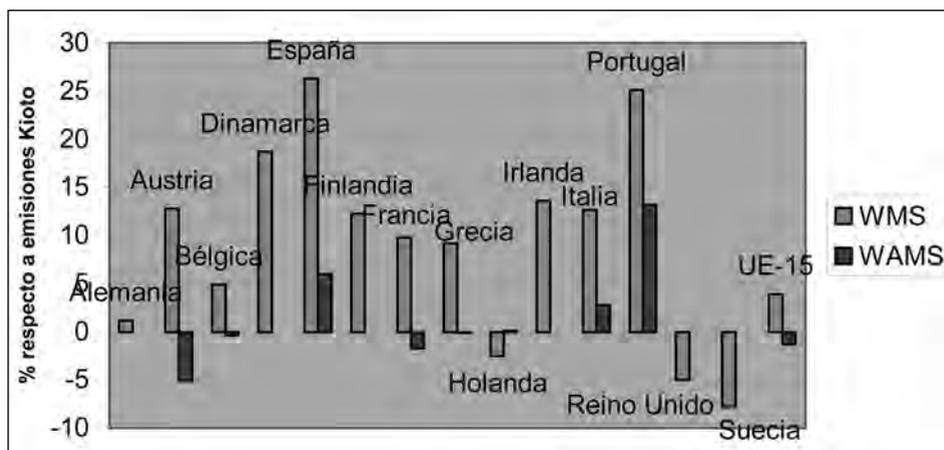


Figura 1.1. Proyecciones de reducción de GEI 2010

y países con proyecciones por encima de la media en más del 15% (Dinamarca, Portugal y España). El caso español es especialmente grave, dado que ocupa la posición más retrasada en el cumplimiento de reducción de emisiones de toda la UE.

1.2.1.1. Estado de las emisiones de CO₂ en España

La Figura 1.2 presenta la distribución sectorial de las emisiones de CO₂ en España. Los sectores de transformación de energía y transporte por carretera emiten más de las dos terceras partes del total. Al margen de los problemas de reducción específica que ambos presentan, existe otro suplementario aunque importante, que puede provocar una adulteración de las emisiones territoriales cuando existe un distanciamiento relevante entre los focos de emisión y de consumo energético. En efecto, la energía eléctrica se transporta por medio de redes desde los centros de generación a todo el territorio nacional, y los medios de transporte por carretera son focos de emisión móviles. Todo esto distorsiona el mapa territorial, en tanto que los inventarios se realizan contabilizando las fuentes de emisión vinculadas a la posición territorial. De este modo, el CO₂ causado por la energía eléctrica consumida en Madrid, por ejemplo, se contabiliza en el lugar de procedencia de la térmica. Asimismo, el CO₂ originado por el parque automovilístico de una gran ciudad es inventariado a lo largo de toda la red nacional de carreteras, distribuido por tanto entre los territorios atravesados por estas carreteras.

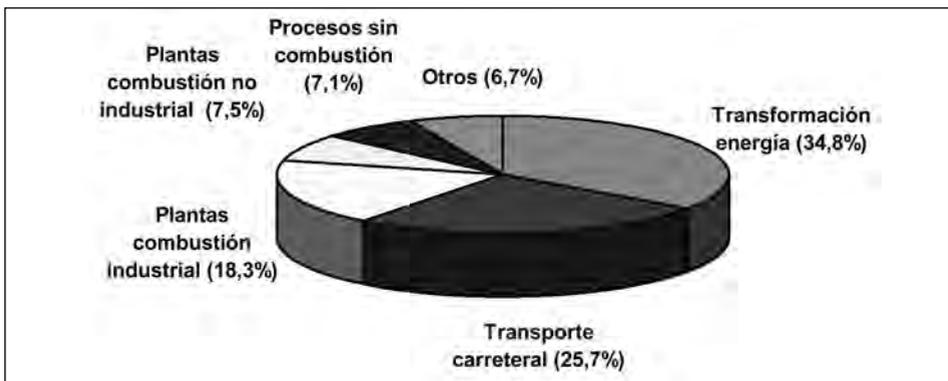


Figura 1.2. Emisiones España 2002 (10⁶ ton CO₂)

El manejo de los indicadores de las emisiones de CO₂ por habitante y el PIB por habitante de las diversas Comunidades Autónomas (CCAA) puede ayudarnos a comprender la distorsión antes aludida de los inventarios en el mapa territorial español.

La Figura 1.3 representa la posición de cada una de ellas en 2002 en función de los dos indicadores referidos.

Tomando como referencia la posición de España, cuyos indicadores son la media ponderada, se desprende que hay ocho CCAA que emiten por encima de esta media. Cinco de ellas están situadas a la izquierda de su ordenada (Asturias, Castilla León, Galicia y Castilla La Mancha), por lo tanto no alcanzan el PIB/habitante medio nacional; las otras cuatro (Aragón, Baleares, País Vasco y Navarra) mantienen un nivel de PIB/habitante por encima de la media.

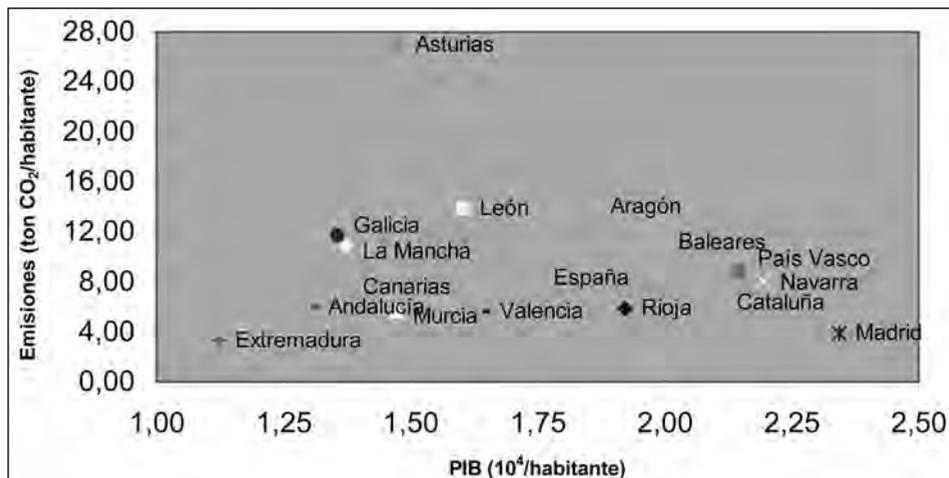


Figura 1.3. Distribución territorial de las emisiones de CO₂ en España 2002

En los casos de Asturias, Aragón, Castilla León, Galicia y Castilla La Mancha, un porcentaje importante de las emisiones registradas son producidas en centrales térmicas, cuya energía no es consumida en estos territorios, sino exportadas a otros, con el consiguiente beneficio de los inventarios de CO₂ de los segundos. Se trata de una exportación energética no acompañada de la correspondiente exportación emisora; por consiguiente, el importador se beneficia de la energía distribuida por la red eléctrica, cargando con el perjuicio ambiental el exportador. Un razonamiento análogo podría hacerse sobre los inventarios de CO₂ del sector transporte en carretera, donde se producen distorsiones similares al caso anteriormente mencionado de generación de energía. Nos referimos a la exportación de emisiones que se produce al atravesar los automóviles de una determinada Comunidad las carreteras de otra.

Las Figuras 1.4, 1.5 y 1.6 presentan la distribución de las emisiones de CO₂ por sectores en las CCAA de Extremadura, Asturias y Madrid, seleccionadas porque representan las posiciones extremas en relación a los dos indicadores analizados en la Figura 1.3. La posición de Extremadura corresponde al menor PIB y más bajas emisiones (11.000 €/habitante y 3,3 toneladas de CO₂/habitante); la de Asturias, la de emisiones mayores (27,0 toneladas de CO₂/habitante) y la de Madrid la del PIB superior de todo el territorio nacional⁶ (23.000 €/habitante).

1.3. PROCEDIMIENTOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI

El tratamiento del problema del cambio climático está condicionado principalmente por las diferentes capacidades institucionales para practicar estrategias de reducción de emisiones. Como la capacidad resulta notablemente diferente para los países desarrollados que en desarrollo, el Protocolo de Kioto ha formalizado un conjunto de dis-

⁶ Sirvan de referencia comparativa los indicadores correspondientes para España: 17.000 €/habitante y 7,8 toneladas de CO₂/habitante, que constituyen la media territorial ponderada.

posiciones para diferenciar la responsabilidad de reducir las emisiones. El reconocimiento de responsabilidades diferenciadas por la Convención Marco del Cambio Climático indujo a la creación de los países Anexo 1 (firmantes del Protocolo) y Anexo 2 (no firmantes del Protocolo). Incluso los países del Anexo 1 presentan variaciones significativas de capacidad en sus estrategias. En cualquier caso las capacidades exigibles para que cualquier plan de reducción de emisiones resulte practicable son:

- Infraestructura institucional desarrollada que faculte la regulación.
- Organización económica que responda bien a los instrumentos de política fiscal, fundamentada en el libre mercado.
- Infraestructura de comunicación, educación y propaganda desarrollada.

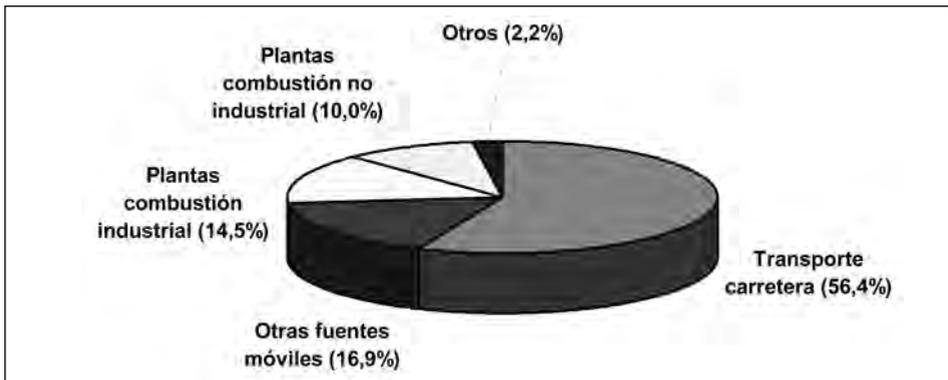


Figura 1.4. Emisiones Comunidad de Extremadura 2002 (10⁶ ton CO₂)

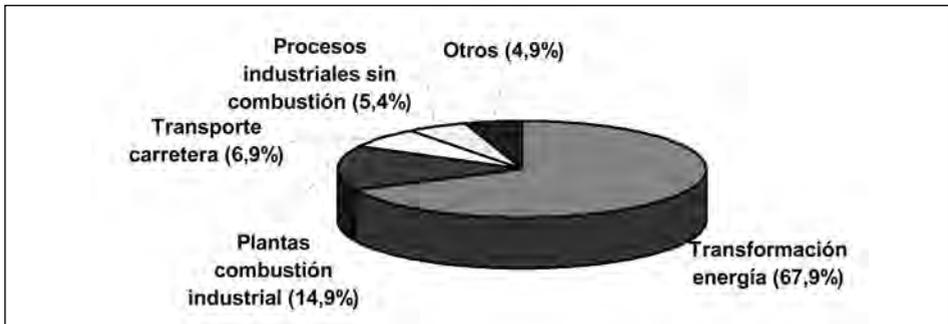


Figura 1.5. Emisiones Comunidad de Asturias 2002 (10⁶ ton CO₂)

En general, en el tratamiento de cualquier problema ambiental se procede en principio a la regulación y control directo de emisiones, después se recurre a los instrumentos de mercado (permisos y tasas) y finalmente se incorporan, de modo progresivo, las políticas basadas en la información, investigación, desarrollo y demostración. Por razones culturales los gobiernos y poblaciones europeos parecen más cómodos con medidas de regulación directa de la demanda, como son los apoyos institucionales al desarrollo tecnológico a más largo plazo en colaboración con los actores del mer-

cado, apoyos que suelen combinarse con la aplicación de tasas. La sociedad norteamericana, en cambio, es partidaria de los procedimientos flexibles como los mercados de emisiones. Ambas posiciones caben en el tratamiento del problema del cambio climático y deben ser consideradas, principalmente por la necesidad de manejar distintos procedimientos, alternativos o complementarios, en función del contexto. Así pues, la diversidad de procedimientos de reducción es una condición necesaria en el tratamiento del problema del cambio climático, forzada por la complejidad del problema del tratado y la disparidad de actores implicados en él.



Figura 1.6. Emisiones Comunidad de Madrid 2002 (10⁶ ton CO₂)

Los procedimientos de reducción de emisiones de GEI se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Procedimientos establecidos por el Protocolo de Kioto.
 - Mercado de emisiones de CO₂ (ME).
 - Proyectos MDL, que vinculan a empresas inversoras (Anexo 1) en países en desarrollo (no Anexo 1).
 - Proyectos de AC entre países desarrollados (Anexo 1).
- Medidas indirectas impulsadas o sugeridas por la UE.
 - Promoción de la ER
 - Acuerdos voluntarios sectoriales.
 - I&D&I (investigación, desarrollo e innovación para mejorar tecnología y ganar conocimiento).
 - Aprendizaje actuando (se refiere al avance tecnológico progresivo en las fases de producción o uso de la tecnología).
 - Transferencia de conocimiento o innovación desde una empresa o sector a otros.
- Medidas indirectas de alcance nacional.
 - Políticas fiscales (conceptos y desgravaciones).
 - Acuerdos voluntarios.
 - Ecotasas.
 - Estrategia de eficiencia energética.
 - Subvenciones.

Los tres últimos conceptos incluidos entre las medidas indirectas impulsadas o sugeridas por la UE han sido formulados en el artículo 10c del Protocolo de Kioto, que invita a cooperar en la promoción del desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías, prácticas y procesos ambientales relativos al cambio climático, en particular en países en desarrollo, mediante la formulación de políticas y programas para la transferencia efectiva de tecnologías ambientales. Por otro lado, la aplicación a escala regional o nacional de todas y cada una de las medidas indirectas formuladas por la UE se produce a todos los niveles, desde la promoción de la ER, respaldada por la Directiva europea 2001/77/EC y transpuesta por todos los Países Miembros, hasta la transferencia de conocimiento o innovación desde una empresa, sector o país a otras empresas, sectores o países necesitados de esta asistencia.

La Tabla 1.5 presenta todos los procedimientos de carácter negociable, es decir, aquellos cuyo funcionamiento se articula mediante el mercado. El ME y los CVN son exclusivamente negociables, a través de los respectivos títulos⁷ intercambiables: derechos de emisión y CVN. La AC y el MDL son procedimientos vinculados a proyectos, cuya puesta en marcha genera unos créditos de emisión⁸, susceptibles de negociarse en el mercado. Los ámbitos más usuales de funcionamiento de estos procedimientos son el mundial y la UE para el ME; los países de la UE de los 15 con la UE ampliada para el desarrollo de proyectos AC; los países de la UE con Iberoamérica para proyectos MDL, y cualquier región incluida dentro de la UE, y que forme lo que se conoce en la literatura especializada como burbuja, para los CVN.

TABLA 1.5.

Procedimientos de reducción de emisiones de carácter negociable

Procedimientos	Títulos	Ámbito
ME (mercado)	derechos	Mundo-UE
AC (proyecto-mercado)	créditos	UE (15)-UE ampliada
MDL (proyecto-mercado)	créditos	UE-Ibero América
CVN (mercado)	certificados	Burbuja UE

1.4. PRINCIPIOS BÁSICOS CONCERNIENTES A LOS PROCEDIMIENTOS DEL PROTOCOLO DE KIOTO⁹

Los procedimientos de reducción que ocupan las tres primeras filas de la Tabla 1.5 han sido los adoptados en el Protocolo de Kioto: ME, AC y MDL. El primero

⁷ Estos títulos son derechos o certificados intercambiables, otorgados a las empresas para poder emitir CO₂ los primeros o como garantía de generarse energía renovable los segundos. En el mercado de CO₂ se emplean los derechos de emisión y los CVN en el mercado de energía verde.

⁸ Los títulos intercambiables de estos dos procedimientos son los créditos generados por el AC y el MDL.

⁹ En los sucesivos Capítulos 3 y 4 se desarrollan detalladamente cada uno de los tres procedimientos de Kioto enunciados. Aquí se trata de exponer solamente los principios básicos.

reconoce los derechos de emisión como unidades negociables en el mercado de CO₂. Estos derechos funcionan a todos los efectos como títulos de propiedad que han de ser registrados. Se trata por tanto de derechos de propiedad reconocidos por la sociedad, aunque su otorgamiento está limitado por el periodo de duración del ME (normalmente un quinquenio).

No hay incertidumbre alguna por tanto en la definición de los derechos de emisión, pero existen dudas razonables sobre el funcionamiento del ME. Se trata de las distorsiones que puede sufrir este mercado si la asignación de los derechos beneficia a unos sectores determinados respecto a otros en la misma unidad territorial, o a unos territorios respecto a otros dentro del mismo sector. En el primer caso se produciría, a corto plazo, un desplazamiento de empresas por otras menos eficientes, con el consiguiente perjuicio del consumidor. Si los criterios de asignación beneficiaran a unos Países Miembros con agravio para otros, se originarían unos flujos de renta que representarían signos distorsionantes del ME; en el caso de que los flujos circularan de los Países Miembros menos desarrollados a otros más desarrollados, la asignación perjudicaría la política de convergencia al desarrollo de la UE. Atendiendo a los Proyectos de reducción de GEI presentados por los Países Miembros, por ejemplo, representados en la Figura 1.1, está previsto que el ME de la UE ocasiona flujos de renta de España, Portugal, Dinamarca, Irlanda, Austria, Finlandia, Francia y Grecia, por este orden, hacia Suecia, Reino Unido, Holanda, Alemania y Bélgica, por este orden.

Existen otras causas posibles de distorsión, como la falta de información completa del procedimiento, el tratamiento diferencial de los sistemas fiscales¹⁰, los costes de transacción y los fallos institucionales en su aplicación. Todas ellas afectan a los tres procedimientos de referencia, pero las dos últimas son los factores de incertidumbre principales que planean sobre los procedimientos AC y MDL. En efecto, los fallos institucionales y los costes de transacción significan tiempo y dinero, y empíricamente se ha comprobado que la proyección de la AC y el MDL exige fórmulas de aplicación mucho más flexibles que la actuales.

1.4.1. ME

El ME es un procedimiento de mercado, y por tanto eficiente, que estimula a los agentes emisores a mantener sus niveles de emisión bajos cuando el precio del CO₂ es lo suficientemente alto. Si la demanda de derechos de emisión es sostenida un tiempo significativo y mantiene este precio al alza puede incluso incentivar la inversión en tecnologías limpias. Potencialmente el ME es adecuado para todos los sectores, pero los que ofrecen más dificultades para su aplicación son aquellos donde los agentes emisores están dispersos, y para alguno concreto como el transporte resulta incompatible en la práctica.

A escala europea el objetivo de reducción del 8% respecto a la línea base de 1990 es también asequible gracias al ME. Según un informe de la European Environment

¹⁰Nos referimos a la diferencia de las políticas fiscales entre los Países Miembros, como la inclusión o exclusión del CO₂, la ausencia o presencia de desgravaciones por consumo de la energía verde, etc.

Agency (EEA, 2005), hasta cotas de reducción del 20% el empleo del ME supondría un coste de alrededor del 0,6% del PIB. Sin embargo, un objetivo mayor del 20% comportaría subidas importantes de este coste.

Las empresas o sectores emisores más deficitarios en derechos deben aprovechar al máximo las ventajas del ME y apurar los acuerdos pertinentes para evitar subidas de los precios del CO₂. La teoría de juegos señala la posibilidad de construir coaliciones estables en el ME para obtener ganancias recíprocas de cooperación en proporción a los beneficios logrados por la reducción de emisiones de GEI. Nos estamos refiriendo a acuerdos entre sectores o empresas que contemplen la contraprestación de derechos de emisión bajo condiciones especiales de prestación de un determinado servicio. Por ejemplo, se puede establecer un contrato de larga duración entre una industria y una empresa de generación eléctrica, y que la fidelidad de la industria revierta en la garantía prioritaria en el suministro eléctrico y en la asistencia concertada previamente en derechos de emisión. Se pueden negociar también acuerdos previos entre el sector refino y el transporte, para que el coste económico y ambiental de la destilación de un combustible menos emisor que los convencionales sea compensada por los beneficiados, es decir por los usuarios del transporte. Otra fórmula interesante para grandes multinacionales es establecer un ME interno (caso de BP). Pero las posibilidades de establecer acuerdos ente sectores y empresas desbordan cualquier intento de sistematización, y queda aquí un recurso muy importante para desarrollar por las partes interesadas en los distintos escenarios que se presenten.

En el ámbito de la UE el ME ha comenzado a funcionar desde el 1 de enero de 2005. Los precios de CO₂ subieron rápidamente a cotas más altas de las esperadas, aunque en los estudios financiados por la UE estaba previsto la evolución ascendente del precio en el primer tramo del periodo de funcionamiento del mercado, con caída en el tramo central y ligera remontada al final. La primera conclusión de esta corta experiencia es que el precio de los permisos tiene un efecto significativo sobre la competitividad de los distintos combustibles, dado que el coste intensivo del carbono ha ascendido. Es interesante conocer, por tanto, la incidencia de los precios de CO₂ sobre los costes de los combustibles más usuales¹¹, sobre todo cuando en un año de funcionamiento del ME en la UE este precio se ha triplicado. A título ilustrativo se presentan en la Tabla 1.6 distintos tramos de precios de CO₂ y su incidencia en los precios del carbón, gas natural, gasolina y gasoil en España.

¹¹ La incidencia de los precios de CO₂ sobre los costes de los combustibles es función del grado de cumplimiento de reducción de emisiones de cada país, dado que en el ME no se compra todo el CO₂ emitido, sino sólo el marginal necesario para alcanzar el objetivo de reducción.