

Doble Grado en Administración y Dirección de Empresas y Derecho

Trabajo de Fin de Grado de Administración y Dirección de Empresas

Curso 2021/2022

El cambio climático y los mercados de carbono: el caso del *European Union Emission Trading System*

Autora: Amaia Martín Alonso

Directora: Marta Escapa García

Bilbao, a 22 de junio de 2022



Índice

I. Introducción	1
II. El cambio climático desde el punto de vista económico	3
2.1. Evidencia científica del cambio climático	3
2.2. Medio ambiente, cambio climático y Economía	6
2.3. Cooperación internacional	13
2.4. Medidas frente al cambio climático	16
2.4.1. Medidas de adaptación	17
2.4.2. Medidas de mitigación	19
III. Los mercados de carbono y los derechos de emisión	21
3.1. Origen	21
3.2. Marco teórico	22
3.3. European Union Emission Trading System (EU ETS)	28
3.4. Otros mercados	34
IV. La pérdida de competitividad, carbon leakage y los CBAM	35
V. Conclusiones	39
VI. Bibliografía	43

Resumen

El cambio climático es una realidad que requiere medidas urgentes y concretas por parte de la sociedad y los gobiernos para conseguir la adaptación y mitigación de dicho fenómeno. Una de las medidas de mitigación más importantes es el establecimiento de sistemas de comercio de derechos de emisión o mercados de carbono, cuyo fin último es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Ahora bien, son mercados de los que, a veces, se duda, sobre todo, por la problemática que genera su aplicación en las empresas y sectores sujetos a los mismos. Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar y estudiar dichos mercados con el fin de entender su funcionamiento y las ventajas e inconvenientes que su aplicación puede generar. Así, se parte de las razones que han provocado el surgimiento de esta medida, para posteriormente analizar su funcionamiento y algunos ejemplos de este sistema existentes en la actualidad, terminando por identificar las ventajas e inconvenientes que plantean. En consecuencia, se pretende lograr una visión completa del marco teórico - práctico de los mercados objeto de este Trabajo de Fin de Grado.

Palabras clave: mercado de carbono, CO₂, derecho de emisión, emisiones de GEI, cambio climático, mitigación.

I. Introducción

El cambio climático es un fenómeno global que amenaza con alterar los sistemas económicos, políticos y sociales. Por esa razón, en la actualidad se están adoptando diversas medidas de adaptación y mitigación del cambio climático con urgencia, siendo una de las medidas de mitigación más relevantes el establecimiento de los mercados de carbono o sistemas de comercio de derechos de emisión.

Desde la comunidad internacional se establece el claro objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante, GEI) liberadas a la atmósfera como consecuencia de la actividad humana. Así es como surgen los mercados de carbono y, concretamente el *European Union Emission Trading System* (en adelante, EU ETS), objeto de este trabajo.

Pero, ¿qué los hace una medida tan relevante? Como se analizará con posterioridad, actualmente se está haciendo un gran esfuerzo por reducir la cantidad de emisiones de GEI que se liberan a la atmósfera. Sin embargo, para lograr ese objetivo es necesario invertir en nuevas tecnologías más sostenibles que impliquen una gran transformación de los procesos productivos. Es por esa razón que se hace necesario un mecanismo como los mercados de carbono que, al mismo tiempo que persigue la reducción de emisiones, incentiva a los distintos participantes del mercado a invertir en procesos más sostenibles.

En este sentido, el análisis teórico de estos mercados y el análisis del caso concreto del EU ETS reviste un gran interés. En primer lugar, el análisis teórico permite identificar cuáles son los motivos por los que surgen los mercados y cuál es su funcionamiento. En segundo lugar, analizar el caso concreto del EU ETS nos permite conocer las especificidades del funcionamiento de este mercado y, finalmente, observar también los problemas que se han identificado como consecuencia de su aplicación. Esta última cuestión es realmente importante, pues analizando brevemente los problemas que se han identificado, podremos centrarnos en abordar las soluciones propuestas, que son un tema de indudable actualidad al encontrarse en pleno proceso de desarrollo.

Para lograr conocer el marco teórico de estos mercados, se comenzará realizando un breve análisis de los motivos por los que es evidente la existencia del cambio climático,

cómo ello afecta a la economía y qué medidas se proponen para afrontar dicha amenaza en el epígrafe II, con el fin de entender el contexto en el que surgen los mercados de carbono y, en concreto, el EU ETS.

A continuación, en el epígrafe III, se estudiará el origen y el funcionamiento de los mercados de carbono, analizando, asimismo, algunos de los mercados existentes. Ahora bien, como ya se ha indicado, se hará especial énfasis en el sistema de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea.

En el epígrafe IV se presentarán algunos de los problemas que la Unión Europea ha detectado como consecuencia del funcionamiento del EU ETS, así como las soluciones que se están planteando para hacerles frente.

Finalmente, en el epígrafe V se expondrán las conclusiones obtenidas del presente Trabajo de Fin de Grado.

El objetivo de este trabajo es, por tanto, realizar un breve estudio sobre los mercados de carbono, haciendo énfasis en el EU ETS. Concretamente, se pretende conocer los motivos por los que surgen, cómo funcionan y en el caso del EU ETS, identificar los problemas que se han producido como consecuencia de su aplicación, así como las soluciones planteadas frente a los mismos.

En este sentido, el presente Trabajo de Fin de Grado se encuentra alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en adelante, ODS). Concretamente, se encuentra alineado con el ODS número 13 denominado “Acción por el clima”, mediante el que se pretende tomar medidas urgentes para abordar la emergencia climática con el fin de salvar vidas y medios de subsistencia, así como impulsar un cambio profundo y sistémico hacia una economía más sostenible que funcione tanto para las personas, como para el planeta. Estos objetivos se enmarcan en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada en septiembre de 2015 por la ONU y han servido para desarrollar la EHUagenda 2030 por el desarrollo sostenible (2019 – 2025), que incluye, expresamente, el desarrollo y cumplimiento del ODS número 13 relativo a la “Acción por el clima”.

Una vez fijados los objetivos del trabajo, conviene señalar la metodología seguida en la realización del mismo. Primero, se ha acudido a diversos manuales, artículos e informes sobre el cambio climático para conocer la situación actual de dicho problema y con el fin de comprender la necesidad o justificación del desarrollo de los mercados de carbono. En segundo lugar, se ha acudido a las sedes electrónicas de varias instituciones que han desarrollado mercados de carbono, para conocer los distintos mercados existentes en el mundo y su funcionamiento, aunque principalmente se han visitado páginas oficiales relacionadas con el EU ETS. Finalmente, se han empleado diversos artículos y páginas web para identificar cuáles son algunos de los problemas detectados con el EU ETS y qué soluciones se están planteando para solventarlos.

II. El cambio climático desde el punto de vista económico

El cambio climático es un fenómeno que no solo está cambiando el planeta desde un punto de vista puramente científico, sino que está alterando la configuración de sistemas económicos, políticos y sociales (Riera et al., 2005). No obstante, este trabajo enfocará algunas cuestiones del cambio climático desde una perspectiva económica y para ello es imprescindible analizar, brevemente, la naturaleza del cambio climático, la relación con la economía, la reacción mundial ante esta situación y las medidas que se han desarrollado para hacerle frente.

2.1. Evidencia científica del cambio climático

El cambio climático es una realidad científicamente demostrada. La Tierra ha experimentado variaciones o cambios climáticos en multitud de ocasiones, pero ¿qué es lo que hace que el cambio detectado en la actualidad sea diferente del resto? Lo cierto es que mientras que las variaciones climáticas que el planeta ha experimentado se han producido en intervalos de miles de años, se ha observado que el intervalo actual puede estar reduciéndose como consecuencia de la actividad humana (Pallmall, 2021).

Fue a finales del siglo XIX cuando se comenzó a observar que las emisiones de GEI de origen antropógeno podrían estar contribuyendo a un efecto invernadero que ya se sabía natural (Pallmall, 2021) y, por tanto, al calentamiento global.

Los gases de efecto invernadero o GEI son gases que absorben la energía y ralentizan su liberación al espacio, atrapando así el calor en la atmósfera (EPA, 2022). De esta manera, contribuyen al efecto invernadero natural y al cambio climático, pues su concentración en la atmósfera provoca un aumento de la temperatura terrestre. Algunos de esos gases son el CO₂ (carbono dióxido), el CH₄ (metano), el N₂O (óxido nitroso) y los gases fluorados. Ahora bien, el CO₂ es el principal GEI que se emite como consecuencia de las actividades humanas (EPA, 2022). Por esa razón, el resto de GEI siempre se miden en relación con la cantidad de CO₂ equivalente que supondrían y, en ocasiones, se llega a emplear de forma indistinta emisiones de GEI y emisiones de CO₂.

En este sentido, desde el siglo XIX, se fue consolidando poco a poco la idea de que realmente la actividad humana y, en concreto, las emisiones de CO₂ a la atmósfera, afectarían al clima. Idea que cada vez adquiría mayor consistencia y ello porque Charles D. Keeling en 1960, y después de haber realizado diversas mediciones del CO₂ en la atmósfera en diferentes puntos del planeta, concluyó, entre otras cuestiones, que la concentración de CO₂ estaba creciendo debido a la quema de combustibles fósiles. En consecuencia, surge una gran preocupación por el calentamiento global y por los efectos que ello pudiera tener en el mundo.

En este contexto, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció en 1988¹ que el cambio climático era una preocupación común a toda la humanidad y que era necesario emprender acciones para lidiar con ello en un marco operativo global. Para ello, se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (en adelante, IPCC por sus siglas en inglés - *Intergovernmental Panel on Climate Change*) que se encarga de realizar informes donde analiza los aspectos científicos, sociales y económicos del cambio climático y propone estrategias o líneas de actuación.

El IPCC en 1990 ya consideraba una certeza que la actividad humana estaba aumentando la concentración de GEI en la atmósfera, lo cual derivaría en un aumento del efecto invernadero natural y terminaría por calentar todavía más la superficie terrestre. Del mismo modo, se afirmaba que el CO₂ era el GEI que contribuía en mayor medida a

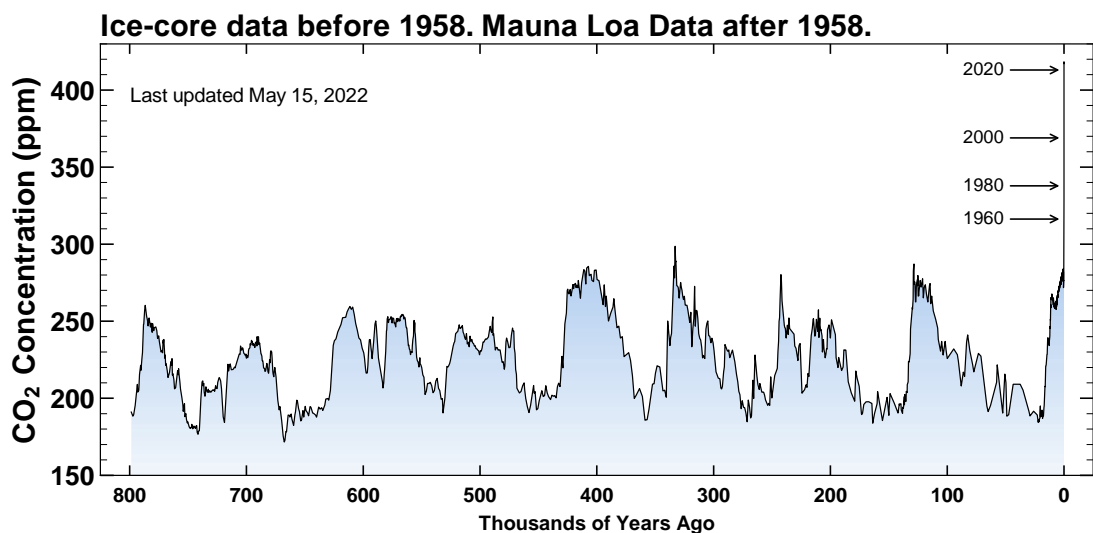
¹ Asamblea General de las Naciones Unidas. (6 de diciembre de 1988). Protección del clima global para las generaciones presentes y futuras de la humanidad. *Resolución 43/53*.

aumentar el efecto invernadero y que, de seguir al mismo nivel de emisiones, las altas concentraciones de GEI en la atmósfera se mantendrían durante siglos (IPCC, 1990).

Aún así, el propio IPCC en su informe sobre los aspectos científicos del cambio climático de 1990 ya advertía que, dado el estado de la ciencia en aquel momento, se debía seguir trabajando para entender aspectos que todavía se asemejaban muy complejos y que se debían desarrollar los sistemas de observación de las variables climáticas y los modelos, entre otras cuestiones.

No obstante, si acudimos a la Curva de Keeling² a fecha actual, se evidencia que las afirmaciones realizadas por diversos científicos y expertos en el siglo pasado, eran ciertas.

Gráfico 1. Concentraciones de CO₂ en la atmósfera (ppm)



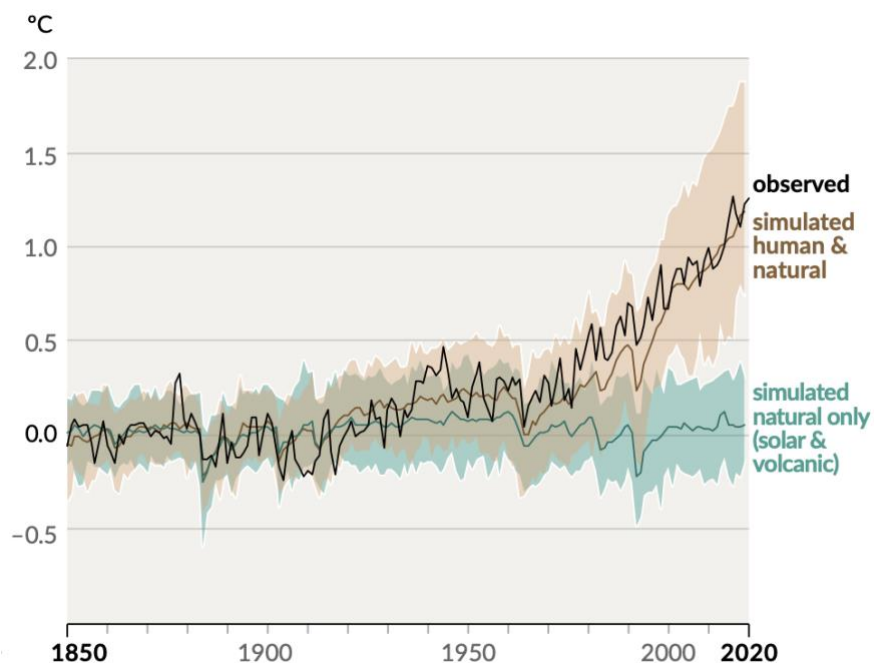
Fuente: Scripps Institution of Oceanography, The Keeling Curve – 800K Years.

Tal y como se observa en el gráfico, las variaciones de la concentración del CO₂ han tenido un carácter cíclico durante miles de años. Sin embargo, en las últimas décadas la concentración de CO₂ ha alcanzado valores sin precedentes y que son, sin duda alguna y como ya se afirmaba, consecuencia de la actividad humana.

² La Curva de Keeling es un gráfico que sirve para observar la evolución de la concentración de CO₂ en la atmósfera y que surgió como consecuencia del estudio realizado por Charles D. Keeling en los años 50.

Asimismo, si acudimos al último informe científico elaborado por el IPCC de 2021 y como nos muestra el gráfico 2, se puede comprobar, una vez más, que las afirmaciones realizadas a finales del siglo pasado no eran desacertadas en absoluto. De hecho, en la actualidad se ha comprobado que las últimas cuatro décadas han sido cada una de ellas más cálida que cualquiera de las décadas precedentes desde 1850 y que ello ya está provocando climas y temporales extremos en varias partes del mundo (IPCC, 2021).

Gráfico 2. Cambio en la temperatura terrestre global (media anual) observada y simulada empleando factores humanos y naturales y solo factores naturales



Fuente: IPCC, 2021.

En definitiva, no cabe más que concluir que el cambio climático es, como se afirmaba al principio, una realidad; una realidad que fue detectada hace casi un siglo y frente a la que es necesario adoptar medidas urgentes. Pero, ¿cómo se relaciona este hecho científico con la economía?

2.2. Medio ambiente, cambio climático y Economía

Economía y medio ambiente están inevitablemente unidos. La forma en la que se interactúa con el medio ambiente depende del grado de desarrollo económico y, al mismo

tiempo, la economía depende completamente del estado del medio ambiente (Riera et al., 2005).

Por esa razón, hoy día se considera al medio ambiente como un bien público internacional. En primer lugar, se puede considerar que ostenta la categoría de bien público porque cumple con las características de los bienes públicos. Esto es, no se puede excluir a nadie de su uso o disfrute y el disfrute de unos, no implica la privación de otros (Pyndick et al., 2013). El medio ambiente no puede ser objeto de apropiación por parte de nadie, es un bien que disfruta todo el mundo por igual; por ende, puede ser considerado, desde el punto de vista económico, como bien público. En segundo lugar, es un bien público internacional porque el medio ambiente es global. Bien es cierto que, si se lleva a cabo un vertido de residuos en una región de un país concreto, es la situación ambiental de esa región la que podría verse afectada. Sin embargo, es muy probable que a la larga el vertido termine por causar otros problemas que se vayan extendiendo desde dicha región. Lo mismo ocurre con las acciones peligrosas para el medio ambiente como las emisiones de CO₂, que generan efectos a nivel global, con independencia del lugar desde el que se emitan. Por ello, el medio ambiente es un bien público internacional y el cambio climático un problema internacional (Pallmall, 2021).

En este sentido, aunque existen negacionistas del cambio climático y más aún de los efectos que ello supondrá a nivel económico, fue nuevamente a finales del siglo XX cuando se afirmó que el cambio climático afectaría seriamente a un sector tan importante para la humanidad como la agricultura, no pudiendo determinar si el efecto sería, en general, beneficioso o perjudicial, pero teniendo claro en todo caso que el cambio climático alteraría las forma de gestionar las cosechas (IPCC, 1990). En la misma línea, se aseguró que el cambio climático afectaría también a los ecosistemas terrestres y marinos, así como a los recursos naturales, produciendo un efecto inevitable en las infraestructuras, procesos productivos y salud humanas (IPCC, 1990).

Posteriormente, en un informe dirigido por el economista Nicholas Stern se estimó que a consecuencia de las emisiones de CO₂ generadas por la actividad económica, se incrementaría el efecto invernadero natural y se contribuiría al calentamiento global y, en consecuencia, al cambio climático. De acuerdo con el mencionado informe de Stern, ello provocaría una pérdida equivalente el 5% del PIB mundial anual como mínimo.

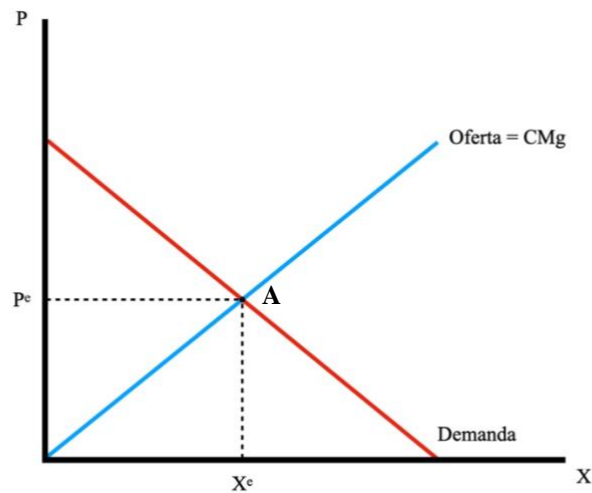
De hecho, actualmente, se estima con un alto grado de certeza que el calentamiento global generado por el aumento de la concentración de GEI en la atmósfera, provocará un aumento de 1.5°C en el corto plazo, lo cual implicará que cada vez se produzcan con más frecuencia eventos climáticos extremos, como olas de calor, sequías, ciclones tropicales y precipitaciones mucho más abundantes (IPCC, 2021). Todo ello afectará negativamente a todo tipo de ecosistemas, poniendo en riesgo la biodiversidad y a la propia humanidad (IPCC, 2022). Asimismo, se observa que, debido al incremento en la temperatura terrestre, subirá el nivel del mar, lo que afectará a todos los emplazamientos e infraestructuras costeras, produciendo grandes pérdidas económicas. Finalmente, se estima que los episodios climáticos extremos, unidos a la subida del nivel del mar, afectarán al suministro energético, generando inevitablemente conflictos sociales y migraciones masivas (IPCC, 2022).

Por lo tanto, y como ya se ha dejado entrever, la actividad económica en muchas ocasiones entra en conflicto con la preservación del medio ambiente y contribuye al cambio climático, por lo que surgen las denominadas externalidades negativas, que llevan a los fallos de mercado (Pindyck et al., 2013).

Las externalidades negativas son los costes o la pérdida de bienestar que se genera como consecuencia de una determinada actividad económica, aunque en el caso de externalidades que afectan al medio ambiente, reciben el nombre de externalidades ambientales (Riera et al., 2005). Además, otra de las características de las externalidades es que son costes o consecuencias que no se reflejan en los precios del mercado (Chassagneux et al., 2017). De esta manera, cuando existe un mercado con externalidades, se debe tener en cuenta no solo el coste de producción de los bienes, sino el coste externo que se genera como consecuencia de la externalidad.

En el siguiente gráfico se muestra la representación de un mercado perfectamente competitivo, en el que consumidores y compradores tienden a producir una cantidad de equilibrio representada por el punto A (Riera et al., 2005). Como puede verse el punto de equilibrio mencionado (A) se alcanza en el punto donde se cruzan oferta (que es igual al Coste Marginal CMg) y demanda y representa el nivel de producción óptimo o deseable para la sociedad (Riera et al., 2005).

Gráfico 3. Mercado perfectamente competitivo en equilibrio



Fuente: elaboración propia a partir de Riera et al., 2005.

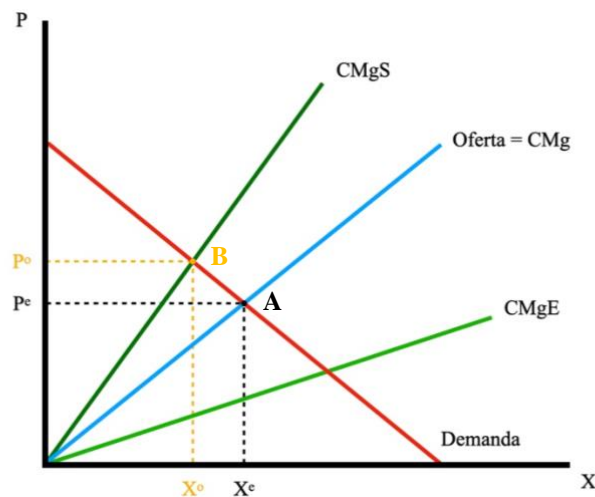
No obstante, la mayoría de los mercados no son perfectamente competitivos y, en consecuencia, la cantidad de equilibrio o la cantidad que se tiende a producir no es la óptima o la más deseable para la sociedad (Pindyck et al., 2013). En estos casos, se dice que el mercado falla (Riera et al., 2005).

Como se indicaba con anterioridad, uno de los fallos de mercado más comunes viene dado por la existencia de externalidades (Pindyck et al., 2013) que en el caso que nos ocupa, se identifican con las emisiones de CO_2 a la atmósfera. Pues bien, cuando se produce en un mercado concreto, lo habitual es que se emitan GEI a la atmósfera, algo que, como ya se ha indicado, es perjudicial para el medio ambiente, que recordemos, es un bien público. Ahora bien, ese perjuicio que se genera para el medio ambiente, y para toda la sociedad, no se refleja de ninguna manera en el mercado.

Por lo tanto, para poder introducir esta circunstancia, se entiende que el mercado ya no está compuesto simplemente por productores y consumidores, como tradicionalmente se ha venido entendiendo. Cuando existe un fallo en el mercado provocado por una externalidad negativa, también se han de considerar a los “externos” (Riera et al., 2005), es decir, al conjunto de la sociedad que, no participando en un mercado concreto, ven que un bien público internacional, como el medio ambiente, es perjudicado por las emisiones

de GEI generadas en el proceso de producción de un determinado bien o servicio. De modo que, la participación de los externos se refleja mediante la inclusión del coste de la externalidad negativa para la sociedad como se ve en el siguiente gráfico mediante la curva del Coste Marginal Externo (CMgE).

Gráfico 4. Mercado con externalidad



Fuente: elaboración propia a partir de Riera et al., 2005.

Tal y como se indica en el gráfico, ante la presencia de una externalidad negativa como las emisiones de GEI, no solo se tienen en cuenta los costes de producción de los bienes (CMg), sino los costes para los externos o los costes generados por la externalidad (CMgE). Así, de la suma vertical de los costes marginales de producción y los costes marginales externos, surge la curva de Coste Marginal Social (CMgS) (Pindyck et al., 2013), que representa, por tanto, los costes de producción del bien y los costes que la producción de dicho bien genera para la sociedad.

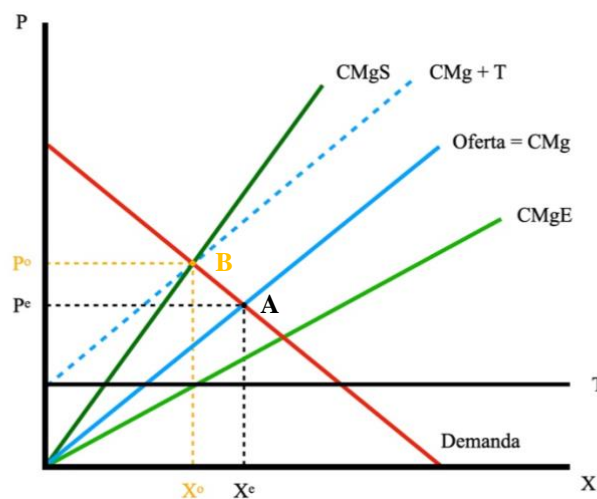
Pues bien, en un mercado en el que existe una externalidad negativa, la cantidad socialmente óptima o deseable ya no viene dada por el punto de corte entre los costes marginales u oferta y la demanda. En estas circunstancias, como se observa en el gráfico 4, el punto óptimo o deseable de producción para la sociedad viene dado por el punto B, que es el punto de corte entre la curva de coste marginal social y la demanda y que lleva aparejado un nivel de producción menor y un nivel de precios mayor que el punto de equilibrio. Por lo tanto, es este nuevo punto (B) el que nos indica el nivel de producción

y de precios óptimo o deseable para la sociedad, pues representa el nivel de producción y precios que tiene en cuenta tanto los costes de producción como el daño o los costes derivados de la externalidad negativa o, en nuestro caso, de las emisiones de GEI.

Sin embargo, se plantea aquí la siguiente cuestión: ¿cómo llegar al nivel de producción socialmente deseable u óptimo (B)?

Pues bien, se han planteado distintas soluciones ante esta situación. La primera fue desarrollada por Arthur Cecil Pigou, que entendía que el coste de la externalidad podría ser cubierto mediante la imposición de un impuesto equivalente a dicho coste (Riera et al., 2005). De esta manera, y tal y como se indica en el gráfico 5, mediante la imposición de un impuesto en un importe igual al coste ocasionado por la externalidad, se lograría desplazar la curva del coste marginal o de la oferta, hasta el punto donde coinciden demanda y coste marginal social, esto es, hasta el nivel de producción socialmente óptimo en el punto B.

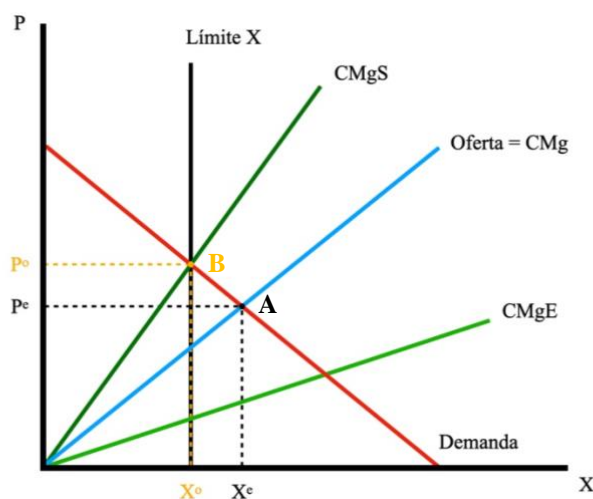
Gráfico 5. Mercado con externalidad e impuesto



Fuente: elaboración propia a partir de Riera et al., 2005.

Otra de las medidas que se ha propuesto para hacer frente a una externalidad negativa en el mercado, es la limitación de la producción, de tal manera que se fije el límite en el punto de producción socialmente óptimo B, tal y como se indica en el gráfico 6.

Gráfico 6. Mercado con externalidad y limitación de producción



Fuente: elaboración propia a partir de Riera et al., 2005.

Finalmente, otra de las medidas que se puede adoptar es la creación de mercados de carbono en los que negociar la consecución de un nivel óptimo de producción mediante la negociación de los derechos de emisión, medida que es objeto del presente trabajo. Esta idea deriva del planteamiento de Ronald Coase basada en la reforma de los derechos de propiedad (Riera et al., 2005). En este sentido, Coase defendía que, si los derechos de propiedad estaban bien definidos, se podría permitir la participación de los “externos” en el mercado y se facilitaría la consecución de acuerdos que permitiesen alcanzar el nivel de producción socialmente óptimo (Riera et al., 2005). Esto es, precisamente, lo que ocurre con los derechos de emisión y los mercados de carbono, que se basan en el sistema de *cap and trade*. Este sistema consiste en fijar un límite o un objetivo de emisiones (*cap*) en función del cual se definirán y asignarán derechos de emisión de GEI a cada uno de los participantes del sistema. Por otro lado, los agentes pueden negociar y comerciar con los mencionados derechos de emisión (*trade*) con el objetivo de que, en conjunto, se alcance el límite o el objetivo de emisiones.

En definitiva, no solo es evidente que la actividad humana está acelerando el cambio climático, también lo es que dicho cambio afecta directamente a la economía. Además, el hecho de que el medio ambiente sea un bien publico internacional y que, como consecuencia del cambio climático, se generen externalidades ambientales (normalmente, negativas o perjudiciales para la sociedad) crea la necesidad de adoptar medidas,

fundamentalmente económicas, con el fin de evitar o minimizar las mencionadas externalidades, entre las que se encuentran la imposición de impuestos, la limitación de la producción o la creación de mercados de carbono. Ahora bien, dado el carácter de bien público internacional del medio ambiente, las medidas o respuestas diseñadas para preservarlo han de venir necesariamente de acuerdos a nivel internacional.

2.3. Cooperación internacional

El cambio climático afecta a todas las personas del mundo. Sin embargo, no afecta a todas por igual. Así, en función de la zona geográfica o el nivel económico, es posible que existan desigualdades en la forma de percibir los efectos del cambio climático. Todo ello, genera, sin duda, problemas a la hora de alcanzar un consenso global (y necesario) sobre las medidas a adoptar frente a esta situación (Pallmall, 2021).

En este contexto, Naciones Unidas impulsó la creación del IPCC que derivó tras el primero de sus informes en 1990, en el desarrollo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en adelante, CMNUCC) que tiene como objetivo 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 (artículo 2 de la CMNUCC).

La CMNUCC es un instrumento realmente importante. Ratificada por 197 países y en vigor desde el 21 de marzo de 1994, lo cierto es que es uno de los primeros documentos donde las partes reconocen expresamente la existencia del cambio climático, sus efectos adversos para la humanidad y la responsabilidad de los países desarrollados por las emisiones de GEI que han contribuido al calentamiento global. Además, define lo que ha de entenderse por cambio climático a efectos de la CMNUCC y de los instrumentos y demás acuerdos derivados de la misma. Así, en su artículo 1.1 señala que:

Por “cambio climático” se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.³

No obstante, la CMNUCC, por sí misma, no establece medidas concretas a aplicar, sino que insta a los estados parte a que desarrollen políticas y medidas de mitigación del cambio climático, a asumir cierta responsabilidad, a adoptar el compromiso de concienciar a la sociedad sobre el gran problema que supone y a informar sobre todas las actuaciones que lleve a cabo en relación con la CMNUCC con el fin de que los miembros puedan comprobar que, efectivamente, se están realizando esfuerzos para cumplir con lo estipulado en la CMNUCC.

En este contexto, el 11 de diciembre de 1997 se aprueba el Protocolo de Kyoto⁴ como instrumento de desarrollo de la CMNUCC. En este Protocolo no solo se insta a los estados parte a que sigan desarrollando e implementando políticas encaminadas a mitigar el cambio climático, sino que ya se establecen obligaciones determinadas. Además, si bien el Protocolo fomenta que los estados parte cumplan con sus obligaciones mediante el desarrollo de medidas nacionales (artículo 17 Protocolo de Kyoto), lo cierto es que también presenta otras posibilidades a nivel internacional, como el empleo de los mecanismos de desarrollo limpio, aplicación conjunta o el comercio de los derechos de emisión

A efectos de este trabajo, el mecanismo más importante es el comercio de los derechos de emisión. El artículo 3 del Protocolo de Kyoto establece la obligación de que los estados parte industrializados se aseguren de que sus emisiones de GEI no superen las cantidades que se les hayan asignado.

El Protocolo establece claramente que los países industrializados, responsables de la alta concentración de CO₂, deben reducir las emisiones en un 5% con respecto a 1990 en un determinado periodo (2008 a 2012) y, para ello, se les concede la posibilidad de que

³ Esta definición es de gran relevancia, pues prescinde del significado natural o más puramente científico del término para vincularlo exclusivamente a la actividad humana. En consecuencia, esta es la acepción que se suele emplear cuando se pretende abordar esta cuestión y será, precisamente, la que se emplee a lo largo del presente trabajo.

⁴ Entro en vigor el 16 de febrero de 2005.

cumplan con dicho objetivo de forma individual o conjunta. Es decir, se contempla la posibilidad de que los países industrializados puedan negociar entre sí sobre las emisiones de GEI autorizadas para cada estado, siempre que, en conjunto, se cumpla con el objetivo del Protocolo de Kyoto. Así se desarrolla en el artículo 4 donde se expresa que, si los países industrializados han llegado a un acuerdo para cumplir sus compromisos de reducción de emisiones, dichos compromisos se darán por cumplidos si la suma total de sus emisiones antropógenas no excede de la suma de cantidades autorizadas. Es así como se crean los denominados “mercados de carbono”.

No obstante, si el Protocolo de Kyoto contempla la posibilidad de negociar con otros GEI, ¿a qué se debe la denominación “mercados de carbono”? Como se ha mencionado con anterioridad, el CO₂ es el gas de efecto invernadero más abundante y, en consecuencia, relevante a la hora de tratar la reducción de emisiones (UNFCCC, s.f.). Por esa razón, el resto de GEI se miden en términos equivalentes de CO₂ y los mercados en los que se comercia con derechos de emisión para reducir las emisiones de GEI, reciben el nombre de “mercados de carbono”.

En definitiva, el Protocolo de Kyoto fue el primer instrumento internacional en regular la posibilidad de emplear los mercados de carbono, basados en la comercialización de los permisos o autorizaciones de emisión de GEI, con el fin de reducir la concentración atmosférica de los GEI y así evitar los efectos negativos que para el mundo ello fuera a generar, marcando al mismo tiempo unos objetivos de reducción o limitación de emisiones concretos para los distintos estados parte en función de su nivel de desarrollo económico.

En esta línea, y habiendo dado los primeros pasos para conseguir una verdadera acción coordinada contra el cambio climático a nivel internacional, surge el Acuerdo de París.

El Acuerdo de París es un tratado internacional jurídicamente vinculante que se desarrolla con el objetivo de mejorar la aplicación de la CMNUCC y reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, buscando un desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza (artículo 2 del Acuerdo de París). Para lograr dichos objetivos propone mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de los 2°C con respecto a niveles preindustriales, pretendiendo que el aumento no sea superior a los 1,5°C

y busca aumentar la capacidad de adaptación a los estados parte al cambio climático (artículo 2 del Acuerdo de París). Además, al igual que el Protocolo de Kyoto, carga con la obligación de realizar unos mayores esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático a los países desarrollados, estableciendo que se deberá facilitar y apoyar la labor de los países en desarrollo, a los que en última instancia también insta a que vayan aumentando sus esfuerzos y las reducciones de emisiones progresivamente (artículo 4 del Acuerdo de París).

Asimismo, este tratado introduce el concepto de las contribuciones determinadas a nivel nacional (en adelante, NDC por sus siglas en inglés – *National Determined Contributions*) que representan o definen el plan de actuación contra el cambio climático de cada uno de los estados. Asimismo, es en las NDC donde los estados parte establecen la reducción de GEI a la que se comprometen (Chassagneux et al., 2017). Es decir, mediante las NDC los estados comparten qué acciones o medidas se llevarán a cabo para hacer frente al cambio climático y cumplir con las obligaciones derivadas del Acuerdo de París. De acuerdo con el artículo 4.9 del Acuerdo de París, las NDC deberán presentarse cada cinco años ante la secretaria de la CMNUCC, debiendo presentarse la primera antes de 2020 y las sucesivas en 2025 y 2030. En este sentido, y en sintonía con el espíritu⁵ del Acuerdo de París, se establece que los compromisos o acciones contempladas en los NDC deberán ser cada vez más exigentes con respecto a los NDC presentados con anterioridad.

Por lo tanto, el Acuerdo de París es una muestra más del afán internacional de emprender acciones efectivas contra el cambio climático, pues pone énfasis en la necesidad de adoptar medidas de mitigación y adaptación determinadas y concretas, además de exigir que éstas sean cada vez más exigentes, contemplando para ello los NDC mediante los que se puede controlar de forma más efectiva el nivel de compromiso de cada estado parte y el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos.

2.4. Medidas frente al cambio climático

La exposición realizada hasta el momento, evidencia la necesidad existente a nivel internacional de adoptar acciones concretas para hacer frente a las consecuencias del

⁵ En varios puntos del Acuerdo de París (artículos 3, 4.3, 4.4, 4.5, 4.11, 6.1).

cambio climático e intentar evitar que éste vaya a más por la acción humana. Pero no solo es clara la necesidad de adoptar medidas concretas, sino que es ya la voluntad de gran parte de los estados que, como se ha indicado, han ido desarrollando y concretando cada vez más lo que en su momento fueron principios abstractos y pronunciamientos generales, para dar paso a exigencias y obligaciones concretas.

En este sentido, el compromiso y el actuar de los estados frente al cambio climático se suele plasmar mediante la adopción de dos tipos de medidas que, aunque sean distintas en cuanto a su fin, no cabe más que considerarlas como medidas complementarias (IPCC, 1990): las medidas de adaptación y las medidas de mitigación.

2.4.1. Medidas de adaptación

En el contexto actual, es inevitable observar que ya se están produciendo daños y riesgos derivados directamente del cambio climático, lo cual tiene un gran impacto económico. Además, y con independencia de que se consigan reducir las emisiones de GEI, es previsible que estos riesgos y daños van a seguir aumentando en un futuro (IPCC, 1990). Por esa razón, es necesario desarrollar una serie de medidas que tengan por objetivo lograr que la vida humana se adapte a los riesgos derivados del cambio climático y logre sobrevivir a pesar de ellos.

Es decir, las medidas de adaptación abarcan el conjunto de acciones y políticas encaminadas a preparar y adaptar los sistemas económicos, sociales y biológicos a los riesgos proyectados del cambio climático (Galarraga et al., 2009).

En el informe del IPCC de 1990 ya se contemplaban algunas medidas de adaptación, centrándose principalmente en la protección de la costa y en el mejor uso y gestión de los recursos. En este sentido, y ante la evidencia del aumento de las temperaturas y de la subida del nivel del mar, el IPCC consideraba oportuno que las zonas costeras se adaptasen a dicho aumento del nivel del mar y al consecuente mayor impacto de las tormentas. Para ello, se proponía identificar las zonas costeras en riesgo y asegurarlas, desarrollar planes de evacuación y emergencia de las zonas costeras y garantizar que el crecimiento en la costa se hacía de forma sostenible y teniendo ya por entonces en cuenta una hipotética subida del nivel del mar de un metro (IPCC, 1990). Asimismo, en cuanto

a la mejor gestión de los recursos, el IPCC ponía el énfasis en garantizar los alimentos, la disponibilidad de agua y preservar la tierra y los distintos ecosistemas. En este sentido, se proponía, entre otras medidas, desarrollar nuevas tecnologías que aumentasen la productividad de una manera sostenible, apoyar el desarrollo económico de los países en desarrollo con el fin de que gestionen los recursos de forma sostenible durante ese crecimiento y aumentar el número de áreas naturales protegidas (IPCC, 1990).

En la actualidad, casi más de 20 años después de la publicación del informe de 1990 del IPCC, el nuevo informe publicado por dicho grupo intergubernamental insiste en medidas de adaptación muy similares a las que ya contemplaba en aquel momento, aunque amplía el catálogo de medidas de adaptación de forma considerable. Así, se propone adaptar los planeamientos urbanísticos y las infraestructuras, así como adaptar los sistemas sanitarios, garantizando el acceso a agua potable, desarrollando vacunas y asegurando el cuidado de la salud mental (IPCC, 2022), medidas que requieren cada vez de una mayor inversión económica.

En el ámbito geográficamente más cercano, se ha de señalar que Europa ha diseñado sus propias medidas y políticas de adaptación mediante la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Unión Europea⁶ y posteriormente, a través del Pacto Verde Europeo. En esta misma línea, en tanto que miembro de la UE, España desarrolló en 2006 el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (en adelante, PNACC) para los años 2006 -2019, habiéndolo sustituido por el PNACC actual para el periodo 2021 – 2030. En este plan, se propone, entre muchas otras medidas, concienciar e informar a la sociedad sobre el avance del cambio climático y sobre cómo contribuir a su limitación, prevenir los riesgos para la salud derivados de enfermedades infecciosas favorecidas por el cambio del clima, prevenir la desertificación y la degradación de tierras y fomentar la restauración de tierras degradadas y actualizar los sistemas de gestión de la Política Agrícola Común y de la Política Pesquera Común (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

En definitiva, estas medidas son fundamentales porque permitirán que la humanidad aprenda a sobrevivir en un entorno que será cada vez más hostil. Sin embargo, una

⁶ Aprobada por la Comisión europea en el año 2013.

verdadera acción contra el cambio climático no solo requiere un esfuerzo de adaptación al mismo, sino también un esfuerzo por intentar evitar que se siga acelerando. Esto es, un compromiso efectivo para hacer frente al cambio climático pasa por adoptar tanto medidas que ayuden a la humanidad a adaptarse al cambio climático, como de medidas que mitiguen el efecto acelerante y directo que la actividad humana tiene en el mismo.

2.4.2. Medidas de mitigación

El cambio climático es inevitable. Sin embargo, el hecho de que sea una realidad imparable no implica que no se deba hacer nada al respecto. En este sentido, y como ya se ha indicado, ha quedado demostrado que la actividad humana ha tenido un efecto directo en el cambio climático, logrando que lo que, en condiciones normales, se produciría en miles de años, se produzca en unas pocas décadas (Pallmall, 2021). Por lo tanto, se hace necesario adoptar medidas destinadas a evitar que el cambio climático se acelere todavía más o, al menos, que sus consecuencias no sean tan graves o extremas (IPCC, 1990).

Así, las medidas de mitigación representan el conjunto de acciones y políticas encaminadas a reducir la cantidad de GEI en la atmósfera, bien a través de la reducción de emisiones, bien a través del aumento de la capacidad de los ecosistemas para absorber GEI, y todo ello con el objetivo de dejar de contribuir al calentamiento global y ralentizar así el cambio climático (Galarraga et al., 2009).

Uno de los primeros informes del IPCC de 1990, relativo a las posibles respuestas estratégicas frente al cambio climático, resaltaba una y otra vez la necesidad de limitar las emisiones de GEI derivadas de los sectores energético, industrial, agrícola y forestal. Para ello, se proponía que los gobiernos limitasen las cantidades de CO₂ y otros GEI que se podían emitir a la atmósfera, mediante el establecimiento de objetivos de emisión de GEI. Asimismo, se proponía fomentar el empleo de tecnología energéticamente eficiente o basada en energías alternativas, mejorar la eficiencia energética en la producción masiva de bienes, eliminar los incentivos económicos a la tala de bosques y fomentar la reforestación, en la medida en que ello fuese posible para el concreto entorno económico y social (IPCC, 1990). Como es evidente, todas estas medidas conllevaban un gran esfuerzo económico que no siempre fue fácil de asimilar.

Poco después de dicho informe y dado el trabajo realizado a través de diversos instrumentos internacionales, surgen los mercados de carbono y el comercio de los derechos de emisión, mediante los que los estados ponen límites al CO₂ que puede ser emitido por determinados sectores, fomentando la transición a unos procesos de producción más sostenibles y posibilitando que aquellos sectores que no participen en el desarrollo tecnológico sostenible, paguen un precio más alto por las emisiones de CO₂ para las que no estén autorizados.

No obstante, se han seguido proponiendo diversas medidas de mitigación, centradas principalmente en el uso eficiente de la energía. Así, se han propuesto medidas como el empleo de transporte eléctrico y la construcción de viviendas con materiales más sostenibles y aislantes, que permitan reducir la energía empleada en calefacción y refrigeración de los edificios (IPCC, 2014), aumentando cada vez más el nivel de inversión requerido para estas acciones.

Finalmente, en el ámbito nacional se han propuesto una gran variedad de medidas de mitigación con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ y otros GEI. En el sector agrícola, por ejemplo, uno de los sectores no difusos⁷ que más emisiones de GEI genera, se ha propuesto la optimización del uso del fertilizante, la modificación de la dieta de los ganados y la sustitución de calderas de gasóleo por calderas de biomasa (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.). Por otro lado, en el sector del transporte se han propuesto otra serie de medidas como el fomento del transporte público y el fomento de combustibles alternativos como la electricidad y el hidrógeno⁸ (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.). Finalmente, en el sector energético no sometido al comercio de los derechos de emisión, se ha optado por promover la mejora de las tecnologías y la implantación de sistemas de gestión energética (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

⁷ Los sectores no difusos son aquellos no sujetos al comercio de los derechos de emisión (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

⁸ El Gobierno de España aprobó en 2021 un Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) que atraería alrededor de 16 millones de euros entre inversiones privadas y públicas.

En conclusión, es evidente que tanto las medidas de adaptación, como las medidas de mitigación son completamente necesarias para hacer frente al cambio climático, no pudiendo depender de la aplicación de una serie de medidas, sin adoptar las otras debido a su carácter eminentemente complementario. Sin embargo, a efectos de este trabajo, se desarrollará una de las medidas de mitigación que más importancia y recorrido ha tenido durante los últimos años: la creación de los mercados de carbono y el comercio de los derechos de emisión.

III. Los mercados de carbono y los derechos de emisión

Como se ha evidenciado en la segunda parte del trabajo, la adopción de medidas contra el cambio climático es un imperativo internacional, siendo una de las medidas más relevantes en este ámbito el comercio de los derechos de emisión en los denominados mercados de carbono. Pues bien, con el fin de entender en qué consiste esta medida de mitigación tan relevante en la lucha contra el cambio climático, es necesario conocer cómo surgen estos mercados y cuál es su funcionamiento.

3.1. Origen

Las emisiones de GEI son consideradas como una externalidad o fallo de mercado desde el punto de vista económico (Chassagneux et al., 2017), llegando a ser calificadas como el mayor fallo de mercado jamás visto (Stern, 2010) y ello porque el efecto perjudicial de las emisiones no se ve reflejado en los precios de mercado (Chassagneux et al., 2017). Ahora bien, para corregir o poner un precio a esta externalidad o fallo de mercado (Riera et al., 2005), economistas como Stern proponían un impuesto sobre el carbono o un sistema de comercio de derechos de emisión (*cap and trade*).

No obstante, la idea de crear sistemas o mercados de permisos de emisión transferibles como medida de mitigación ya fue contemplada en 1990 por el IPCC en su informe relativo a las estrategias de respuesta frente al cambio climático. En aquel momento se entendía que este mecanismo podía ser una buena opción para limitar de forma efectiva las emisiones de GEI y, al mismo tiempo, impulsar el desarrollo de procesos y tecnologías más eficientes y sostenibles (IPCC, 1990). Sin embargo, es una medida que, como ya se ha indicado, no se desarrolló realmente hasta la aprobación del Protocolo de Kyoto.

Fue, por tanto, en 1997 con el Protocolo de Kyoto y sus mecanismos de flexibilidad cuando se desarrolló por primera vez en un instrumento jurídicamente vinculante la posibilidad real de crear un sistema de comercio de emisiones.

De hecho, dado el gran abanico de oportunidades que ofrecía el sistema de *cap and trade* contemplado por el Protocolo de Kyoto, que permitía el comercio de derechos de emisión nacional e internacional, el mecanismo se consolidó rápidamente como una de las herramientas políticas más populares para incentivar la reducción de emisiones de GEI en detrimento de otras medidas como impuestos de carbono o el desarrollo de regulaciones más estrictas (Guttmann, 2018), cuya implantación ya se suponía más difícil o costosa (IPCC, 1990). Es así como en la década de los 2000 comenzaron a desarrollarse varias iniciativas con el fin de crear mercados de derechos de emisión por todo el mundo.

3.2. Marco teórico

Los mercados de carbono son sistemas de comercio basados en el sistema de *cap and trade*, mediante los que se pueden adquirir o vender derechos de emisión de GEI y que se configuran en torno a un solo objetivo: reducir progresivamente las emisiones de GEI a la atmósfera.

De hecho, los mercados de carbono se definen por Naciones Unidas como “los sistemas de comercio mediante los que los países pueden comprar y vender permisos de emisión de GEI en un esfuerzo para cumplir con los límites nacionales de emisiones, acordados a través del Protocolo de Kyoto u otros acuerdos”.

Este sistema se basa en la teoría desarrollada por el economista Ronald Coase que proponía una reforma de la definición de los derechos de propiedad con el fin corregir las externalidades (Riera et al., 2005). Así, Coase proponía que los costes que suponían determinadas externalidades se “privatizasen” y se integrasen en el cálculo coste – beneficio del individuo a través de los derechos de propiedad (Guttmann, 2018). En este caso, los derechos de propiedad a los que hacía referencia Coase serían los derechos de emisión que, efectivamente, pretenden representar el coste que supone para el medio ambiente, la sociedad y la economía la continua emisión de GEI a la atmósfera.

En cuanto a su tipología, en la teoría pueden existir mercados regulados o de cumplimiento y mercados voluntarios.

Los mercados de carbono regulados o de cumplimiento son aquellos en los que necesariamente han de participar los gobiernos y determinadas empresas sujetas a limitaciones de emisiones de GEI. Normalmente, son mercados que se crean para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones a los que se han comprometido los gobiernos de distintos países a través de algún instrumento jurídicamente vinculante y que ofrecen mayores garantías que los mercados voluntarios por el nivel de control y las garantías que proporcionan en su gestión (Álvarez et al., 2015).

Los mercados de carbono voluntarios, a diferencia de lo que ocurre con los mercados regulados o de cumplimiento, no son obligatorios, sino que la participación en los mismos es completamente facultativa (Álvarez et al., 2015) y, actualmente, no existe ninguno.

En general, serían mercados que se crean como consecuencia de alguna iniciativa pública o privada, pero que en ningún caso vincula a las partes, más allá de los acuerdos privados que se puedan alcanzar. Por esa razón, son mercados en los que participarían agentes que no son grandes emisores de GEI y cuyo objetivo sería simplemente demostrar su compromiso con el medio ambiente. De hecho, los agentes que participarían en estos mercados lo harían con el fin de presentar su participación como un proyecto más de responsabilidad social corporativa (Álvarez et al., 2015).

En cuanto a su funcionamiento, los mercados de carbono se articulan de la siguiente manera:

En primer lugar, se establece el objetivo de emisiones que se pretende alcanzar para un periodo determinado de tiempo (*cap*) (Riera et al., 2005) y para un determinado ámbito de aplicación, ya sea una región geográfica o un sector de actividad concreto. Asimismo, dicho objetivo de emisiones o nivel de emisiones permitido se debe ir reduciendo con el paso del tiempo (Guttmann, 2018).

En segundo lugar, se emiten permisos (*allowances*), bonos o derechos de emisión que habilitan para emitir una cantidad determinada de GEI (normalmente, una tonelada de CO₂ o el equivalente a una tonelada de CO₂ de cualquier otro GEI) en un determinado periodo de tiempo (Guttman, 2018). De esta manera, se consigue reducir las emisiones globales, siempre y cuando el objetivo de reducción establecido en la configuración del mercado, contemple unas emisiones menores a las que se hubiesen dado sin la aplicación de este sistema de comercio (Chassagneux et al., 2017).

En tercer lugar, estos derechos de emisión se asignan a las empresas o países participantes en el mercado. La asignación puede realizarse de forma gratuita o mediante el sistema de subasta. Por un lado, la asignación gratuita de derechos de emisión consiste en asignar de forma gratuita permisos en función de las emisiones históricas de los agentes (*grandfathering*) (Riera et al., 2005). De esta manera, se entiende que se facilitaría e incentivaría la participación en estos mercados de los distintos sectores y empresas, sobre todo, de los mayores consumidores de GEI como los sectores energéticos e industriales (Guttman, 2018). No obstante, esta fórmula de asignación de derechos de emisión debe guardar ciertas cautelas, ya que puede derivar en la sobreasignación de derechos, situación en la que las empresas no verían incentivo alguno en reducir las emisiones de GEI. Por otro lado, se contempla el sistema de subasta, que se entiende que sería el sistema ideal o el más adecuado para conseguir la reducción de emisiones.

En cuarto lugar, se establece un sistema de control y sanciones (Riera et al., 2005) y ello porque para que un sistema así funcione es necesario controlar y verificar que las emisiones generadas respetan el objetivo fijado, que los agentes no falsean los datos relativos a sus emisiones y que todas ellas se realizan al amparo de un permiso de emisión (Guttman, 2018). De la misma manera, resulta imprescindible la existencia de sanciones para los casos de incumplimiento, es decir, para los casos en los que se emita más allá de lo permitido sin el correspondiente permiso (Guttman, 2018).

Finalmente, se permite comerciar con los permisos o derechos de emisión asignados, de tal manera que, si un agente va a emitir una cantidad de GEI mayor que aquella a la que tiene derecho en virtud de los permisos o derechos de emisión asignados, pueda acudir al mercado para comprar más derechos de emisión y, consecuentemente, el derecho a contaminar más, a un agente que emite menos GEI que aquella cantidad que

tiene asignada (Riera et al., 2005). Es decir, se permite que los agentes que contaminan más de lo que deben, compren a aquellos agentes que tienen excedente de permisos o derechos de emisión (Guttman, 2018), con el fin último de que no se sobrepase el objetivo de reducción de emisiones global fijado para un determinado periodo de tiempo.

Por lo tanto, este sistema lo que consigue es que, los mercados que emiten GEI en su proceso de producción, se alejen del punto de equilibrio y paulatinamente se acerquen al punto socialmente óptimo. Así, cuando se establecen límites a las emisiones de GEI, se está impidiendo producir la cantidad de equilibrio del mercado, pues el simple hecho de establecer un objetivo de emisiones menor al que se venía dando, implica que inevitablemente se deberá producir menos.

No obstante, el comercio de derechos de emisión permite que las empresas cumplan con los objetivos de reducción de emisiones en función de sus particularidades y sus estructuras de costes y sin tener que reducir necesariamente la producción. Así, habrá empresas a las que les resultará relativamente sencillo reducir las emisiones de GEI, mientras que a otras les será mucho más costoso, llegando a limitar su producción. En este sentido, el mercado de derechos de emisión permite que una empresa a la que le resulte sencillo reducir sus emisiones, pueda vender sus derechos de emisión a una empresa a la que reducir emisiones le es muy costoso. De esta manera, se premia y se incentiva la reducción de emisiones. Por un lado, las empresas reductoras de GEI obtienen un beneficio derivado de la venta de sus derechos de emisión. Por otro lado, las empresas más contaminantes deben pagar un precio más elevado (el precio de los derechos de emisión o de una eventual sanción) para seguir emitiendo GEI, por lo que o bien continúan pagando un precio elevado, o bien invierten en su proceso productivo para que éste genere menos emisiones de GEI.

Asimismo, y en relación con los derechos de emisión, cabe señalar que su precio viene determinado, precisamente, por esta actividad en el mercado. Es decir, el precio de los derechos de emisión se determina por la oferta y la demanda de los propios mercados de carbono, lo que, en ocasiones, puede llegar a suponer que los precios sean muy bajos y que, en consecuencia, los agentes del mercado no encuentren incentivos en invertir en transformar sus procesos de producción en procesos más sostenibles, pero sí los encuentren en comprar derechos de emisión (Guttman, 2018).

En cualquier caso, no se ha de olvidar que la flexibilidad es una de las características principales de los mecanismos contemplados por el Protocolo de Kyoto. Por esa razón, los mercados de carbono ofrecen tanta flexibilidad en cuanto a las acciones que pueden ser llevadas a cabo por sus participantes:

- 1) No modificar sus patrones de producción y en caso de exceder su límite de emisiones, adquirir derechos de emisión en el mercado o hacer frente a las sanciones.
- 2) Ajustar su nivel de producción para no sobrepasar las emisiones de GEI que les han sido asignadas.
- 3) Invertir en crear un proceso de producción más sostenible y que genere menos emisiones de GEI.

Los agentes son libres de decidir por cuál de las tres opciones desean decantarse, aunque todas ellas generan un indudable coste para el participante en el mercado.

En el primer caso, si un determinado agente decide no ajustar el nivel de producción, ni el proceso productivo y se excede de su límite de emisiones, se verá obligado o bien a pagar un precio por adquirir más derechos de emisión, o bien a hacer frente al pago de la correspondiente sanción. Como es evidente, ambas opciones conllevan un coste para el agente (el precio del derecho de emisión o el importe de la sanción), sin contar con el coste que podría suponer para la reputación del agente en el mercado el ser sancionado o calificado como empresa altamente contaminante.

En el segundo caso, el agente puede decidir ajustar el nivel de producción y adecuarlo al nivel de emisiones de GEI asignadas, omitiendo las necesidades del mercado en el que opera. Sin embargo, se vería obligado a reajustar su producción una y otra vez, todas ellas en función del nivel de emisiones permitido que cada vez, se entiende, sería menor. Por lo tanto, se deberían asumir los costes o costes de oportunidad derivados de una producción no ajustada a la demanda del mercado y los costes de reajustar continuamente la producción.

En el tercer caso, se puede optar por invertir en adaptar los procesos de producción y convertirlos en procesos más eficientes y sostenibles. Esta opción, nuevamente, implica que el agente deberá asumir un gran coste, pues deberá invertir en la adquisición e implantación de nuevas tecnologías. No obstante, si bien los costes de las nuevas tecnologías y la formación necesaria para adaptarse a las mismas pueden ser muy elevados en un principio, el agente también puede obtener indudables beneficios derivados de esta estrategia. Invertir en un proceso productivo más sostenible es una decisión a largo plazo, de tal manera que, una vez hecha la inversión, se garantiza que, durante un cierto periodo de tiempo, el agente no deberá preocuparse por sobrepasar las emisiones de GEI permitidas. De esta manera, no se deberá incurrir en el coste adicional de adquirir más derechos de emisión o de abonar las eventuales sanciones. Además, desarrollar un proceso de producción sostenible que reduzca las emisiones de GEI podría suponer que el agente cuente con un excedente de derechos de emisión o permisos que puede vender en el mercado a otros agentes que se vayan a exceder de su límite de emisiones, obteniendo así ingresos que ayuden a paliar la inversión realizada en un principio.

Analizadas las tres opciones, es evidente que la última de ellas es la que se persigue por parte de este sistema de comercio de derechos de emisión. Sin embargo, el que se opte por esta opción dependerá en gran medida de las circunstancias particulares de los agentes (Chassagneux et al., 2017) y la forma concreta en la que se articulen los mercados. Aunque, la idea clara que pone de manifiesto este mecanismo es que quien contamina, ha de pagar.

En este sentido, se observa que el sistema de comercio de derechos de emisión es una medida mediante la que finalmente se le pone un precio a la externalidad que son las emisiones de GEI (Guttman, 2018), pues el emitir este tipo de gases no será gratuito para los agentes, suponiéndoles siempre algún tipo de coste, bien sea el coste de pagar por tecnologías más sostenibles, bien sea el coste de ajustar la producción, o bien el coste de pagar el importe de las sanciones o el precio de los derechos de emisión.

En definitiva, el sistema de comercio de derechos de emisión es una de las medidas que, en la teoría, se configura como un mecanismo corrector del fallo de mercado o

externalidad que generan las emisiones de GEI. A continuación, se analizará, brevemente, qué mercados de carbono existen en la actualidad y cómo funcionan algunos de ellos.

3.3. *European Union Emission Trading System (EU ETS)*

El primer sistema de comercio de derechos de emisión desarrollado, y el más importante hasta la fecha, es el mercado de carbono de la Unión Europea, denominado *European Union Emissions Trading System (EU ETS)*. Este mercado se creó para ser un mecanismo complementario a las medidas adoptadas por cada país miembro de la UE para la reducción de emisiones de GEI y con el fin de que los países y empresas europeas adquiriesen experiencia en el funcionamiento de este tipo de mercados para cuando se crease el gran mercado internacional contemplado por el Protocolo de Kyoto (Labandeira et al., 2006). Asimismo, y en relación con esta última idea, es un mercado que se ha ido desarrollando por fases, encontrándonos actualmente en la cuarta, como se explicará posteriormente.

El EU ETS comenzó a operar en 2005, a raíz de la aprobación de la Directiva 2003/87/CE⁹ del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003 y la Directiva 2004/101/CE¹⁰ del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004. Es un mercado que regula en torno a 9.500 instalaciones energéticas e industriales de 31 países (Comisión Europea, 2021). De hecho, se estima que el EU ETS cubre en torno al 36% de las emisiones de GEI totales de la Unión Europea (Comisión Europea, 2021).

Asimismo, los sectores obligados a participar en el mercado han ido variando desde la creación de este mercado. Aún así, los sectores que deben participar en el EU ETS, en líneas generales, son los sectores de generación de energía eléctrica y térmica, los sectores industriales demandantes de energía, como las refinerías, acerías, la producción de hierro, metales, cemento, cal, cristal, cerámica, celulosa, papel, químicos y ácidos. También se

⁹ Directiva por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.

¹⁰ Directiva por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo de Kioto.

incluyen la aviación comercial dentro del Espacio Económico Europeo y la producción de aluminio, ácidos nítrico, adípico y glioxílico y glioxal (Comisión Europea, s.f.).

Una de las críticas que se plantea con respecto a los mercados de carbono es, precisamente, el reducido número de sectores que cubren (Labandeira et al., 2006). De hecho, tal y como se afirma por parte de la propia Comisión Europea, el EU ETS cubre en torno al 36% del total de las emisiones de GEI de la UE (Comisión Europea, 2021), lo cual evidencia, a priori, que los sectores incluidos no son suficientes como para considerar que se está produciendo un verdadero recorte de las emisiones de GEI, pues los emisores de alrededor del 64% de emisiones de GEI no están obligados a participar en el mercado. Un ejemplo claro de esa afirmación es el caso español, donde en 2018 se estimaba que el sector agrícola producía en torno 19% de las emisiones de GEI y el sector del transporte el 43%. Sin embargo, ambos son sectores difusos, esto es, no sujetos al comercio de derechos de emisión (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

En cuanto a los derechos de emisión, éstos reciben la denominación de *European Union Allowances* (en adelante, EUA). Dado que los compromisos climáticos son asumidos por la Unión Europea, es esta institución la que establece los objetivos de reducción de emisiones que han de cumplir los estados miembros. Así, en un principio la UE realizaba una asignación de los EUA a los países miembro que, a su vez, debían desarrollar un Plan Nacional de Asignación de derechos (en adelante, PNA) en el que se asignaban los EUA a las instalaciones que se veían obligadas a participar en el EU ETS (Erias Rey et al., 2011). En este sentido, durante los primeros años de funcionamiento del mercado, la asignación de los EUA se producía de forma gratuita.

Sin embargo, con el tiempo la UE eliminó la necesidad de realizar los PNA, estableciendo un objetivo de reducción de emisiones único para todos los estados miembros de la UE y con el fin de dificultar cada vez más el mantenimiento de instalaciones emisoras de GEI, también ha ido limitando cada vez más el sistema de asignación gratuita, para dar paso al sistema de la subasta.

En este sentido, y como se indicaba al comienzo de este apartado, el EU ETS es un mercado que se ha ido desarrollando por fases y es precisamente esta la razón por la que tanto las variaciones de los sectores e instalaciones sujetas, como las modificaciones de las formas de asignación de derechos están claramente diferenciadas por periodos de tiempo:

- **Primera fase (2005 – 2007):** fue una fase experimental en la que se pretendía aprender y adaptar el funcionamiento del mercado a la consecución de los compromisos alcanzados con el Protocolo de Kyoto. Es por ello que en esta primera fase simplemente se cubrían las emisiones de CO² de los grandes generadores de energía y de las industrias de demandantes de energía. Además, en esta fase prácticamente todos los EUA se otorgaron gratuitamente.
- **Segunda fase (2008 – 2012):** en esta segunda fase se fue desarrollando más el mercado. No solo se integraron nuevos países al sistema de comercio y nuevos sectores (como el sector de la aviación), sino que se redujo el objetivo de las emisiones globales, por lo que se concedieron menos EUAs. Además, el número de EUAs que se concedieron de forma gratuita también disminuyó, dando paso a la celebración de las primeras subastas.
- **Tercera fase (2013 – 2020):** esta fase supuso un gran cambio con respecto a las anteriores. Así, en esta tercera fase se pusieron de manifiesto las intenciones de la UE de obstaculizar cada vez más la emisión de GEI por parte de ciertos sectores e instalaciones.

En primer lugar, se suprimieron las asignaciones nacionales, por lo que simplemente se estableció un único objetivo de reducción de emisiones para todo el mercado europeo. Por ese motivo, desde esta fase no era necesario desarrollar los PNAs.

En segundo lugar, se prescindió prácticamente por completo del sistema de asignación gratuita de emisiones para establecer las subastas como forma de

adquisición de los EUA por defecto. Sin embargo, se mantuvo la asignación gratuita de EUAs con respecto a los nuevos participantes en el mercado y con el fin de incentivar el desarrollo de tecnologías innovadoras de energías renovables y captura de carbono.

Finalmente, se fue extendiendo la obligación de participar en este mercado a más sectores y se amplió el catálogo de gases cuyas emisiones quedaban restringidas.

- **Cuarta fase (2021 – 2030):** esta fase se caracteriza por reforzar nuevamente el compromiso de reducir cada vez más los EUA disponibles en el mercado. De suerte que se pretende reducir el número de EUA existente en un 2,2% anual.

No obstante, se refuerza también el compromiso con la fuga de carbono o *carbon leakage*, por lo que se seguirán asignando EUA de forma gratuita a los sectores que se vean más afectados por esta problemática o que incluso corran el riesgo de tener que abandonar el territorio de la UE (Comisión Europea, s.f.). Además, también se asignarán EUAs de forma gratuita a nuevas instalaciones o instalaciones en desarrollo, con el fin de incentivar la correcta participación en el mercado y ayudar en sus primeros años de participación, al igual que ocurría en la fase 3.

Como ya se adelantaba, con cada fase se persigue reducir cada vez más las emisiones de GEI, evidenciando la intención progresiva y restrictiva de esta medida. Así se ve en la siguiente tabla que nos indica los objetivos de reducción asumidos por la UE para cada fase de desarrollo del EU ETS:

Tabla 1. Objetivos de reducción de emisiones de la UE con respecto a 1990

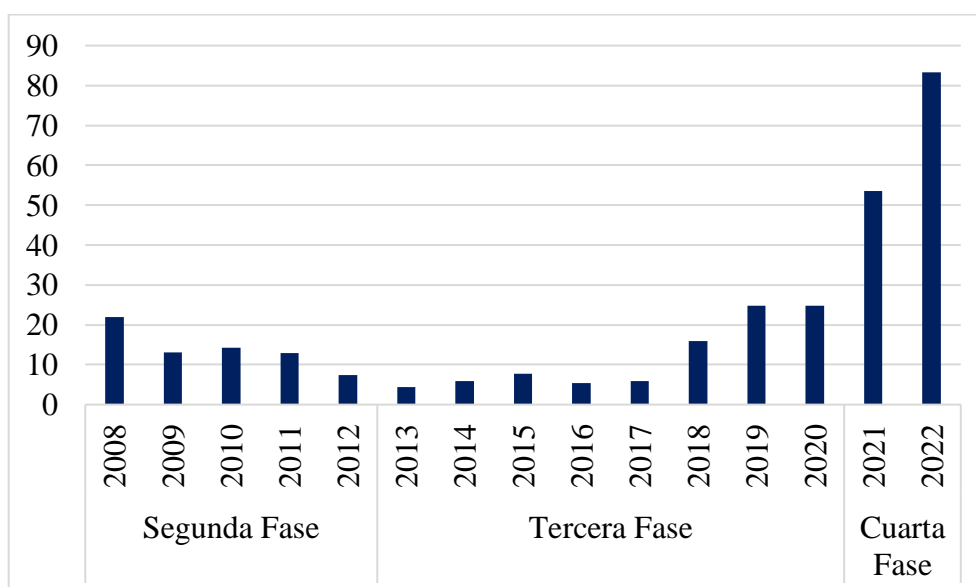
Fase	Objetivo de reducción de emisiones
1ª (2005 – 2007)	-
2ª (2008 – 2012)	8%
3ª (2013 – 2020)	20%
4ª (2021 – 2030)	55%

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la Comisión Europea

De hecho, este ambicioso objetivo de ir reduciendo emisiones de manera progresiva forma parte del *European Green Deal* con el que se persigue que para 2050 se alcancen las emisiones netas cero (Comisión Europea, s.f.). Ahora bien, este objetivo no quiere decir que se pretenda lograr una economía con cero emisiones de GEI, sino que se busca que las emisiones de GEI sean las mínimas posibles y que aquellas que ya no puedan ser objeto de una reducción mayor, sean absorbidas, por ejemplo, mediante el mantenimiento de bosques y océanos u otro tipo de proyectos (Naciones Unidas, s.f.).

Por otro lado, y como se indicaba con anterioridad en el marco teórico, los precios de los derechos de emisión, en este caso EUA, son determinados por la oferta y la demanda del mercado.

Gráfico 7. Precios medios anuales (en €) de los EUA por año



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Sendeco₂.

Pues bien, tal y como se ve en el gráfico, el precio de los EUAs determinado por el mercado no ha sido constante durante ninguna de las fases. Así, durante la segunda fase la media anual de los EUA a penas superó los 20 € y mantuvo un precio irregular hasta la finalización de la fase. De la misma manera, durante los primeros años de la tercera

fase (2013 – 2017), los precios se mantuvieron muy bajos, a raíz de la menor demanda generada por la crisis económica (Parlamento Europeo, 2022), no superando en ningún momento los 10 €. No obstante, en el año 2018 los precios de los EUA comenzaron a ascender, llegando a colocarse por encima de los precios de 2008, es decir, a unos 25 €. Además, esta tendencia ascendente se ha mantenido durante la fase actual, en la que vemos que se han alcanzado máximos históricos, pues en 2021 el precio se situaba en torno a los 50 € y hasta junio de 2022, la media anual se ha situado en torno a los 80 €.

En consecuencia, es evidente que, con el sistema de regulación de precios de los derechos de emisión actual, determinado por la oferta y la demanda de los propios derechos de emisión, no ha sido posible mantener un precio elevado y creciente de los mismos (Guttman, 2018). Esto, en palabras de varios economistas, ha supuesto que en estos mercados realmente no se tenga en cuenta lo que comúnmente se ha denominado el coste social del carbono, es decir, el daño que se generará para la sociedad como consecuencia de la no reducción de emisiones (Guttman, 2018). Aunque lo cierto es que desde 2018 sí que parece que los precios de los EUA están incrementando y manteniéndose elevados.

Aún así, la preocupación por mantener elevados los precios ha provocado que se planteen medidas como el establecimiento de precios mínimos de los derechos de emisión o incluso permitir la participación de grupos medioambientales en el mercado, con el fin de que adquieran derechos de emisión y, en consecuencia, reduzcan la cantidad de permisos en circulación, para así elevar su precio ante su escasez. De la misma manera, también se ha propuesto eliminar por completo el sistema de asignación gratuita de permisos e implementar el sistema de subasta, medida que ya está siendo adoptada por el EU ETS, como se ha indicado anteriormente.

Sin embargo, si se toman medidas para elevar los precios de carbono, es muy posible que se acentúe el riesgo de la fuga de carbono, que se explicará con posterioridad.

En definitiva, el mercado de carbono desarrollado por la UE es un mercado completamente consolidado que no solo ha conseguido funcionar, sino que ha logrado avanzar y evolucionar, configurándose de forma ligeramente distinta en cada periodo con el fin de lograr progresivamente un mayor porcentaje de reducción de emisiones.

3.4. Otros mercados

Si bien, como ya se ha indicado, el sistema de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (EU ETS) es el mercado más desarrollado y relevante, lo cierto es que a nivel internacional están aumentando cada vez más los países o regiones que deciden adoptar esta medida de mitigación con el fin de reducir las emisiones de GEI (Álvarez et al., 2015). Ejemplo de ello son algunos de los mercados que se mencionarán a continuación:

- **Nueva Zelanda (NZ ETS):** el mercado de carbono de Nueva Zelanda, NZ ETS, fue creado en 2008 por el Gobierno de Nueva Zelanda mediante el *The Climate Change Response Amendment Act 2008*. Con el establecimiento de este mercado, el Gobierno de Nueva Zelanda comenzó a exigir a todas las empresas de todos los sectores que midiesen e informasen de sus emisiones de GEI, si bien el sector agrícola quedaba fuera del mercado, limitándose sus obligaciones simplemente a informar (Ministry for the Environment. Government of New Zealand, s.f.). Se estima que este mercado cubre más de la mitad de las emisiones del país (Guttman, 2018).
- **Suiza (ETS):** se creó en 2008 y al igual que el mercado neozelandés y europeo, obliga a los participantes, normalmente empresas de alto nivel de emisiones de GEI, a tener permisos de emisión equivalentes a su propio nivel de emisiones, permitiéndoles en todo caso comerciar con dichos permisos (Federal Office For The Environment, s.f.). Además, es un mercado que desde el 1 de enero de 2020 está conectado con el EU ETS (Federal Office For The Environment, s.f.).
- **Estados Unidos (RGGI):** el *Regional Greenhouse Gas Initiative* (RGGI) es un mercado de carbono creado por algunos estados de Estados Unidos. Concretamente, se creó por lo estados de Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Rhode Island, Vermont y Virginia con el fin de reducir las emisiones de CO² del sector energético y siendo la primera iniciativa regional con el sistema *cap and trade* del país (The Regional Greenhouse Gas Initiative, s.f.). En este sentido, su

funcionamiento es similar al resto de mercados, pues se permite el comercio entre los diferentes estados con el fin de que todos los estados lleguen a los objetivos asignados.

- **Tokyo (TCTP):** operando desde el 2010, el *Tokyo Cap and Trade Program* es el primer mercado de comercio de emisiones de Japón y de Asia (Bureau of Environment, s.f.). El TCTP es un mercado que funciona de forma similar al resto de mercados mencionados y que, de acuerdo con los últimos informes, es eficaz, ya que en el año 2020 se consiguió alcanzar una reducción de emisiones de entorno al 33% con respecto a los años base (Bureau of Environment, 2022).
- **China:** en 2017 China implementó un sistema de comercio de derechos de emisión que integraba los seis sectores con mayores emisiones de GEI de su economía (Guttmann, 2018). Si bien es cierto que es un mercado en desarrollo y que no ha sido plenamente operativo hasta 2021, lo es más que el mercado chino cubre más emisiones de GEI que el resto de mercados de carbono mundiales, lo que sin duda hará que este mercado en un futuro, sea el más importante del mundo (Busch, 2022).

IV. La pérdida de competitividad, *carbon leakage* y los CBAM

Una vez analizado tanto el origen, como el funcionamiento de los mercados de carbono y, en concreto, el del EU ETS, es necesario analizar cuáles son los problemas que se han presentado en su desarrollo y las medidas que se proponen para solventar dichos problemas.

La obligación impuesta a sectores y empresas de participar en los mercados de carbono genera, en ocasiones, el problema de la pérdida de competitividad con respecto a otras empresas del mismo sector de otros países no sujetas a ningún sistema de comercio de derechos de emisión.

Como ya se ha indicado, existe una pluralidad de mercados de carbono que, a veces, se encuentran vinculados, como es el caso del mercado suizo y el europeo, y, en otras ocasiones, no. Además, no todos los mercados se encuentran configurados de la misma

manera, de tal manera que es posible que un mercado sea más ventajoso que otro para las empresas de un determinado sector. Piénsese, por ejemplo, que es posible que un mercado asigne derechos de emisión de forma gratuita, mientras que otro asigne los derechos únicamente a través del sistema de subasta. Además, es igualmente posible que las empresas de un sector concreto en Europa se encuentren sujetas al EU ETS, por ejemplo, y que una empresa del mismo sector, pero ubicada en China, no esté sujeta al mercado de carbono de China. Esta falta de homogeneidad en el funcionamiento de los mercados de carbono existentes genera inevitablemente problemas de competitividad respecto a las empresas que sí se encuentran sometidas a un mercado de carbono o a un mercado más estricto.

Por lo tanto, una empresa que tenga que cumplir con las obligaciones derivadas de su participación en un mercado de carbono, previsiblemente tendrá un proceso de producción más costoso que aquella empresa de su mismo sector que no participa en ninguno o cuyo mercado es más laxo. De esta manera, se genera una ventaja competitiva de la empresa no sujeta a ningún mercado de carbono o sujeta a un mercado menos estricto (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

En consecuencia, se produce un fenómeno que ha sido denominado como fuga de carbono o *carbon leakage*. La fuga de carbono es el fenómeno por el que una empresa que ve incrementados sus costes de producción como consecuencia de la aplicación de medidas de reducción de GEI, puede verse tentada a trasladar su producción a un país en el que las políticas climáticas relativas a las emisiones de GEI sean más permisivas (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

La fuga de carbono es un fenómeno muy preocupante por dos razones. Primero, porque las economías de las regiones donde se apliquen políticas climáticas más estrictas pueden verse seriamente afectadas por la eventual fuga de empresas. Piénsese en lo que supondría para el empleo y el nivel económico de una región que empresas de un determinado sector se trasladasen a una región distinta. Segundo, la fuga de carbono puede conseguir incrementar las emisiones de GEI (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020), al permitir que empresas que normalmente son grandes emisoras de GEI trasladen su producción a regiones donde no existe limitación alguna o la limitación es muy reducida.

Con el fin de intentar paliar la proliferación de este fenómeno, en el caso del mercado EU ETS, desde la Unión Europea se ha intentado identificar a los sectores cuyas empresas se pueden encontrar en riesgo de fuga de carbono creando un diálogo entre los estados miembros, el Parlamento Europeo y las partes interesadas (Comisión Europea, 2021). No obstante, se establecen una serie de criterios que deben darse con el fin de considerar a un sector o subsector en riesgo de fuga de carbono como, por ejemplo, que los costes directos e indirectos derivados de la implementación de las políticas climáticas aumenten el coste de producción agregado en al menos un 5% (Comisión Europea, 2021). De esta manera, se crea una lista de sectores y subsectores afectados por el riesgo de fuga de carbono que es aprobada por la Comisión Europea (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

Una vez aprobada la lista, se intenta que estos sectores reciban el 100% de los derechos de emisión asignados de forma gratuita, de modo que el coste de cumplir las políticas climáticas no sea tan elevado como para desear abandonar el territorio europeo (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

Ahora bien, desde la industria europea se ha impulsado la creación del denominado *Cross Border Adjustment Mechanism* (CBAM) o el Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono¹¹, mecanismos que ya se están aplicando en otros mercados de carbono como el de California (European Commission, 2021). Estos mecanismos consisten en fijar un precio o realizar un ajuste en la frontera a los productos importados a la UE y que provengan de países donde no se cumplen ciertos estándares climáticos (European Commission, 2021). Así, los CBAM se conciben como un mecanismo complementario a los mercados de carbono que tienen por fin suprimir el riesgo de la fuga de carbono (Comisión Europea, 2021) y apoyar las ambiciones climáticas de la UE en relación con la reducción de las emisiones de GEI (European Commission, 2021). Concretamente, se contemplan como un mecanismo esencial para alcanzar el objetivo de reducción de emisiones de la cuarta fase del EU ETS (reducir un 55% las emisiones para 2030, con respecto a las emisiones de 1990) (Sinha et al., 2022).

¹¹ También se le ha denominado tasa de carbono europea.

Así, el 14 de julio de 2021, la Comisión Europea adoptó una propuesta para desarrollar los CBAM, aplicables a una serie de productos de determinados sectores, con el fin de que las políticas climáticas de la UE no deriven en fuga de carbono y que se anime a otros estados a reforzar sus compromisos con el cambio climático (European Commission, 2021).

Pero, ¿cómo funcionan los CBAM? Los CBAM pretenden imponer al productor externo a la UE la obligación de comprar certificados de carbono equivalentes al precio que habría pagado por haber producido el bien en la Unión Europea. Ahora bien, si se demuestra que el productor externo a la UE ya ha pagado el correspondiente precio, posteriormente se le deducirá lo abonado en concepto de certificados de carbono. De esta manera, se garantiza que tanto el productor de la UE, como el productor ajeno a la UE se encuentren en igualdad de condiciones a la hora de operar en el mercado (European Commission, 2021).

En definitiva, los CBAM son mecanismos que incentivan que tanto el productor de la UE, como el importador intenten fabricar con el menor nivel de emisiones posible (Sinha et al., 2022), pues cuanto mayor sea el nivel de emisiones de GEI de un productor de la UE, presumiblemente más costoso será su proceso de producción y cuantas más emisiones de GEI emita un importador en su proceso de producción, más certificados de carbono deberá adquirir al realizar el ajuste en la frontera. Por esa razón, los CBAM son una de las medidas más adecuadas para complementar los mercados de carbono, pues persiguen el mismo objetivo: reducir las emisiones de GEI y fomentar el desarrollo de procesos productivos sostenibles.

Dada la novedad de la medida en el mercado de carbono europeo, este mecanismo se comenzará a desarrollar mediante una fase de transición que abarcará de enero de 2023 a finales de año de 2025, previéndose que esté plenamente operativo para el año 2026 (European Commission, 2021). Además, de momento solo se aplicará a las importaciones de bienes como el cemento, el hierro, el acero, el aluminio, la electricidad y los fertilizantes (Comisión Europea, 2021).

Ahora bien, su aprobación está resultando muy costosa debido a la falta de consenso y todavía está pendiente de ser sometida a votación en el Parlamento Europeo.

No obstante, los CBAM también plantean una serie de dudas en cuanto a su funcionamiento, pues se cuestiona la forma de conocer el contenido de carbono de los productos o bienes importados con el fin de determinar los certificados de carbono que deberían adquirir para estar en igualdad de condiciones con un producto o bien producido en la UE (Comisión Europea, 2021). En cualquier caso, se entiende que es una cuestión que no debería ser difícil de resolver, dado el amplio y creciente control existente en torno a las emisiones de GEI liberadas por diferentes sectores y dada la fase de transición contemplada para la aplicación de estos mecanismos, donde será más fácil identificar las necesidades y los problemas reales de la aplicación del sistema e idear mecanismos para darles una solución.

V. Conclusiones

En este trabajo se ha abordado el funcionamiento y las consecuencias de una de las medidas de mitigación más importantes en la lucha contra el cambio climático y, en concreto, en la lucha para reducir las emisiones de GEI: los mercados de carbono.

Tal y como se demuestra en innumerables ocasiones por la evidencia científica y como se plasma mediante la Curva de Keeling, la reducción de emisiones de GEI es urgente y necesaria. Así, desde la comunidad científica y económica se ha trabajado conjuntamente para desarrollar políticas y medidas que, por un lado, permitan una adaptación al cambio climático y, por otro, eviten que éste vaya a más. De hecho, es algo que se ve reflejado mediante el establecimiento del ODS número 13 denominado “Acción por el clima”.

Es así como surgen los mercados de carbono, como una medida de mitigación concebida para intentar que los grandes emisores de GEI, reduzcan su nivel de emisiones, desarrollando procesos productivos más sostenibles para lograrlo. Así, se han creado diversos mercados de carbono, con configuraciones similares, a lo largo del mundo que, sin duda, han contribuido a la reducción de las emisiones globales. En este sentido, el EU ETS es el mercado que más importancia tiene a nivel internacional, no solo por su extensión (que, en realidad, es superada por el mercado de China), sino por su nivel de desarrollo.

No obstante, estos mercados podrían ser incluso más grandes. Y ello porque no cubren todas las emisiones de GEI liberadas a la atmósfera y generadas como consecuencia de las actividades económicas, por lo que su capacidad de reducción de emisiones se ve limitada a sectores y actividades concretas.

Finalmente, se plantean los problemas relativos a la pérdida de competitividad de las empresas. Esta es una cuestión muy importante porque, como ya se ha indicado, existe una gran desigualdad entre los países: unos participan en mercados de carbono y otros no y los mercados de carbono diferentes que existen funcionan de forma distinta en cuanto a la asignación de permisos de contaminación y a sectores incluidos en el mercado. Eso hace que en muchas ocasiones las empresas de un sector sujeto a un mercado de carbono estricto, pierda competitividad con respecto a una empresa del mismo sector de otro país que, o bien no está sujeta a ningún mercado de carbono, o bien estándolo, la regulación de ese mercado de carbono es más laxa.

Pues bien, a mi parecer, es evidente que es urgente adoptar medidas para luchar contra el cambio climático y, si bien los mercados de carbono son un ejemplo del esfuerzo que se está realizando por ser medioambientalmente más responsables, lo cierto es que esta medida podría abarcar muchas más emisiones de las que abarca en la actualidad.

Los sectores económicos más contaminantes todavía tienen mucho poder y ejercen mucha presión en el mercado, amparándose fundamentalmente en la pérdida de competitividad que para ellos supondría cumplir con las políticas climáticas que les exigen participar en los mercados de carbono. Al mismo tiempo, no parece que se incentive o premie lo suficiente a los sectores que, a pesar de no ser de los más contaminantes, emplean tecnologías renovables y se desarrollan de forma sostenible.

Por ello, es necesario hacer más. En primer lugar, se podría aumentar el número de empresas y sectores sujetos al sistema de comercio de los derechos de emisión, pues no parece que un sistema cuyo fin es reducir las emisiones de GEI pueda tener un gran impacto si cubre a sectores y empresas que ni siquiera suponen la mitad de las emisiones de un determinado ámbito económico o geográfico (recordemos que el EU ETS abarca el 36% de las emisiones de GEI de toda la UE).

En segundo lugar, y dada la imposibilidad de que las emisiones de GEI como consecuencia de la actividad económica desaparezcan, se deberían desarrollar más proyectos climáticos que ayuden en la consecución de las emisiones netas cero. De tal manera que, todas las emisiones de GEI que se emitan, sean compensadas por otra serie de proyectos, como la limpieza de océanos y la conservación o reforestación de bosques (pues tanto los océanos, como los bosques ayudan a absorber los gases de efecto invernadero).

En tercer lugar, y con el fin de evitar el riesgo de fuga de carbono derivada de la progresiva reducción de los objetivos de emisiones y del cambio en los sistemas de asignación de derechos, se deberían desarrollar los CBAM o mecanismos de ajustes de emisiones en frontera. De esta manera, se estaría paliando el riesgo de la fuga de carbono y se estaría incentivando a desarrollar procesos productivos más sostenibles a todos los productores, ya sea a los sujetos a las obligaciones de un mercado de carbono, ya sea a los productores sujetos a normativas climáticas más laxas.

En cuarto lugar, se debería hacer un esfuerzo por seguir reduciendo los objetivos de emisiones de GEI para llegar a las emisiones netas cero e incentivar la creación de más mercados de carbono, así como fomentar la interoperabilidad entre todos los mercados existentes, con el fin emplear un sistema homogéneo que facilite la lucha contra la amenaza global que es el cambio climático.

Finalmente, y a mi parecer, los estados deberían reforzar sus compromisos y políticas ambientales a nivel nacional. Y ello, porque se ha de recordar que los mercados de carbono fueron concebidos como una medida complementaria a las medidas que deberían adoptar los estados de forma individual. Por ende, con el fin de no trasladar la responsabilidad de la reducción de emisiones completamente a los mercados de carbono, se deberían desarrollar las políticas ambientales nacionales. En el mismo sentido, y tal y como señalaba Guttman (2018), es necesario que los estados adopten un papel más activo en la ejecución de las políticas climáticas, pasando de ser meros reguladores a ser inversores y agentes que lideran verdaderamente la acción contra el cambio climático.

En definitiva, es evidente que los mercados de carbono han demostrado que pueden ser una medida de mitigación muy útil y que, al mismo tiempo, no ha agotado todo su

potencial. Por ese motivo, es necesario seguir desarrollando los mercados de carbono y forzar su evolución hacia mecanismos más estrictos y completos.

VI. Bibliografía

- Álvarez Gallego, S., y Rodríguez Olalla, A. (2015). *Gestión de la huella de carbono*. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Bureau of Environment . (s.f.). *Tokyo Cap-and-Trade Program*. Obtenido de Bureau of Environment Tokyo Metropolitan Government : https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/climate/cap_and_trade/index.html
- Bureau of Environment. (2022). *Results of Tokyo Cap and Trade Program in the First Year of the Third Compliance Period*. Tokyo Metropolitan Government.
- Busch, C. (Abril de 2022). *China's Emissions Trading System Will Be The World's Biggest Climate Policy. Here's What Comes Next*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2022/04/18/chinas-emissions-trading-system-will-be-the-worlds-biggest-climate-policy-heres-what-comes-next/?sh=12a9c55f2d59>
- Chassagneux, J.-F., Muûls, M., y Chotai, H. (2017). Chapter 1. A Description of the Carbon Markets and Their role in Climate Change Mitigation. En J.-F. Chassagneux, M. Muûls, y H. Chotai, *A forward-backward sides approach to pricing in carbon markets* (págs. 1-9). Springer.
- Comisión Europea. (2021). *Fugas de carbono*. Obtenido de Comisión Europea. Climate Action: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/free-allocation/carbon-leakage_es
- Comisión Europea. (2021). *Mecanismo de ajuste en frontera por emisiones de carbono: Preguntas y respuestas*. Obtenido de Comisión Europea : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/qanda_21_3661
- Comisión Europea. (2021). *Speeding up European climate action towards a green, fair and prosperous future. EU Climate Action Progress Report*.
- Comisión Europea. (s.f.). *Estrategia a largo plazo para 2050*. Obtenido de Comisión Europea. Climate Action: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_es
- Comisión Europea. (s.f.). *Fases 1 y 2 (2005 - 2012)*. Obtenido de Climate Action: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020_es

- Comisión Europea. (s.f.). *Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (RCDE UE)*. Obtenido de Comisión Europea: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_es
- Comisión Europea. (s.f.). *Revisión de la fase 4 (2021 - 2030)*. Obtenido de Climate Action: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/revision-phase-4-2021-2030_es
- EPA. (2022). *Descripción general de los gases de efecto invernadero*. Obtenido de EPA Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- EPA. (2022). *Emisiones de dióxido de carbono*. Obtenido de EPA Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>
- Erias Rey, A., y Dopico Castro, J. A. (2011). Los mercados de carbono en la Unión Europea: Fundamentos y proceso de formación de precios. *Revista Galega de Economía*, 20(1), 1-25.
- European Commission. (2021). *Carbon Border Adjustment Mechanism*. Obtenido de European Commission. Taxation and Customs Union: https://ec.europa.eu/taxation_customs/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism_en
- European Commission. (2021). *Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers*. Obtenido de European Commission. Carbon Border Adjustment Mechanism: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661
- Federal Office For The Environment. (s.f.). *Emissions trading system (ETS)*. Obtenido de Federal Office For The Environment: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/climate/info-specialists/reduction-measures/ets.html>
- Galarraga, I., y Markandya, A. (2009). El cambio climático y su importancia socioeconómica. *Ekonomiaz*, 2º Cuatrimestre(71), 14-39.
- Guttman, R. (2018). *Eco Capitalism: Carbon Money, Climate Finance and Sustainable Development*. Palgrave Macmillan.
- IPCC. (1990). *Climate Change: The IPCC Impacts Assessment*. Working Group II. Australian Government Publishing Service.

- IPCC. (1990). *Climate Change: The IPCC Response Strategies*. Working Group III.
- IPCC. (1990). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Working Group I. Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Working Group III.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers)*. Working Group I.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II.
- Keeling, C. D. (1960). The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere. *Tellus*, 12(2).
- Labandeira, X., y Rodriguez, M. (2006). Mercados para el control del cambio climático en España. *Cuadernos económicos del ICE*, 71, 177-197.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Asignación de derechos de emisión. Periodo 2013 - 2020*. Obtenido de Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/el-comercio-de-derechos-de-emision-en-espana/asignacion-de-derechos-de-emision/Periodo-13-20.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021 - 2030*. Madrid: Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Industria no sujeta al comercio de derechos de emisión*. Recuperado el 2022, de Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/industria.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Sector agrícola y ganadero*. Recuperado el 2022, de Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/agricola.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Sector transporte*. Recuperado el 2022, de Gobierno de España. Ministerio para la Transición

- Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/transporte.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Sectores difusos. Situación actual y objetivos*. Recuperado el 2022, de Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/definicion-difusos.aspx>
- Ministry for the Environment. Government of New Zealand. (s.f.). *About the New Zealand Emissions Trading Scheme*. Obtenido de Ministry for the Environment: <https://environment.govt.nz/facts-and-science/climate-change/>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Llegar a las emisiones netas cero: el mundo se compromete a tomar medidas*. Obtenido de Naciones Unidas. Acción por el clima: <https://www.un.org/es/climatechange/net-zero-coalition>
- Pallmall, A. (2021). *El cambio climático, una amenaza global*. Sevilla, España: Ediciones Alfar S.A.
- Parlamento Europeo. (2022). *Fuga de carbono: evitar que las empresas no cumplan las medidas sobre emisiones*. Obtenido de Parlamento Europeo. Noticias: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20210303STO99110/fuga-de-carbono-evitar-que-las-empresas-no-cumplan-las-medidas-sobre-emisiones>
- Pindyck, R., y Rubinfeld, D. (2013). Capítulo 18. Las externalidades y los bienes públicos. En R. Pindyck, y D. Rubinfeld, *Microeconomía*. Pearson.
- Riera, P., Garcia, D., Kristrom, B., y Brannlund, R. (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Madrid, España: Thomson.
- Scripps Institution of Oceanography. (2022). *The Keeling Curve*. Obtenido de UC San Diego - Scripps Institution of Oceanography: <https://keelingcurve.ucsd.edu>
- Sendeco2. (2022). *Precios de CO2*. Obtenido de Sendeco2: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
- Sinha, A., Klaczynska Lewis, K., y Albert, R. (2022). *Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) update and its impact on the EU cross-border imports*. Obtenido de Ernst y Young: https://www.ey.com/en_ch/tax/green-taxes/carbon-border-adjustment-mechanism
- Stern, N. (2007). *El Informe Stern. La verdad sobre el cambio climático*. Barcelona: Paidós.

Stern, N. (2010). *Managing Climate Change. Climate, Growth and Equitable Development. Managing Climate Change. Climate, Growth and Equitable Development. Conferencia inaugural del 4 de febrero de 2010.* Paris: Collège de France.

The Regional Greenhouse Gas Initiative. (s.f.). *Elements of RGGI.* Obtenido de The Regional Greenhouse Gas Initiative: an initiative of Eastern States of the US: <https://www.rggi.org/program-overview-and-design/elements>

UNFCCC. (s.f.). *Glossary of climate change acronyms and terms.* Obtenido de United Nations Climate Change: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms>