



---

# Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas  
y Empresariales

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Finanzas, Banca y Seguros

**Finanzas y cambio climático: los  
costes y la financiación de las  
políticas de mitigación**

Presentado por:

***Adrián Pérez Peñas***

Tutelado por:

***Óscar Carpintero Redondo***

*Valladolid, 27/09/2021*

## RESUMEN

El cambio climático es uno de los grandes retos del Siglo XXI y su origen está en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Para reducir dichas emisiones y promover el desarrollo sostenible se emplean las políticas de mitigación y adaptación. Particularmente, las primeras son las destinadas a reducir las emisiones y son las que serán objeto de atención en este trabajo. En este sentido, una vez caracterizado el fenómeno del cambio climático, el texto se centra en determinar los elementos que pueden ayudar a cumplir el objetivo climático acordado en París 2015, a saber: las principales políticas de mitigación, los costes derivados de la aplicación de esas políticas y, por último, los mecanismos existentes para financiar las medidas de mitigación contra el cambio climático.

## ABSTRACT

Climate change is uno of the great challenges of the 21st century and it's caused by greenhouse gas (GHG) emissions. Mitigation and adaptation are used to reduce these emissions and promote sustainable development. In particular, mitigation policies are designed to reduce emissions. After studying the physical science basis of the climate change, the text focuses on identifying elements that can help meet the climate target agreed in Paris 2015: the main mitigation policies, the costs of implementing those policies and the ways to finance mitigation actions.

Palabras clave: Cambio climático, mitigación, costes, financiación.

Clasificación JEL: Q54

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. CAMBIO CLIMÁTICO: CAUSAS Y CONSECUENCIAS .....	7
3. DIMENSIÓN POLÍTICA Y ECONÓMICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	11
3.1. Dimensión política .....	11
3.2. Dimensión económica del cambio climático.....	12
4. LAS POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN.....	15
4.1. Adaptación al cambio climático .....	16
4.2. Las políticas de mitigación .....	17
5. LOS COSTES DE LAS POLÍTICAS DE MITIGACIÓN .....	22
5.1. Los costes de las inversiones en los modelos de evaluación integrados .....	22
5.2. Economías bajas en carbono: Las energías renovables y la inversión en I+D ..	24
5.3. Marco para la financiación de la mitigación.....	26
6. LA FINANCIACIÓN DE LA MITIGACIÓN .....	27
6.1. La financiación de los países en vías de desarrollo.....	28
6.2. La financiación en los países desarrollados.....	33
7. A MODO DE CONCLUSIÓN.....	35
8. BIBLIOGRAFÍA.....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Gráfico 2.1. Concentraciones de dióxido de carbono para el periodo 1958-2018.....	9
Gráfico 2.2. Emisión de GEI por sectores para el periodo 2000-2018.....	10
Tabla 2.1. Riesgos potenciales del cambio climático .....	10
Gráfico 4.1. Emisiones para un objetivo de 1,5°C .....	17
Tabla 5.1. Inversión anual necesario en billones de dólares entre 2016 y 2035.....	19
Ilustración 5.1. Arquitectura financiera de la mitigación, en millones de dólares .....	24
Tabla 6.1. Proyectos del GEF .....	26
Tabla 6.2. Compromisos GCF-1, en millones de dólares.....	27
Gráfico 6.1. Financiación MDB para la mitigación en el periodo 2015-2019.....	29
Tabla 6.3. Fondos destinados a mitigación dentro del ámbito de actuación del CFU (en millones de dólares a diciembre de 2020).....	30
Gráfico 6.3. Evolución del precio de carbono en los SCE desde el año 2010 .....	34

### Glosario Acrónimos

ADB	Asian Development Bank, Banco Asiático de Desarrollo
AF	Adaptation Fund, Fondo de adaptación
AfDB	African Development Bank, Banco Africano de Desarrollo
BCE	Banco Central Europeo
CBI	Climate Bonds Initiative
CMUNCC	Convención Marco de Naciones Unidas contra el Cambio Climático
COP	Conferencia de las partes
CFU	Climate Funds Update
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development, Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo
EDFI	European Development Finance Institutions, Asociación de Instituciones Financieras de Desarrollo
EFP	European Financing Partners
EIB	European Investment Bank, Banco Europeo de Inversión
GEF	Global Environment Facility, Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GSS	Green, Sustainable and Social (bonds)
GEI	Gases efecto invernadero

GEEREF	Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund, Fondo Mundial para la Eficiencia Energética y las Energías Renovables
GCF	Green Climate Fund, Fondo Verde para el Clima
ICE	Instituto para la competitividad Empresarial
IEA	International Energy Agency, Agencia Internacional de la Energía
IFD	Instituciones Financieras para el Desarrollo
IRM	Initial Resources Mobilisation, Movilización de Recursos Iniciales
IDBG	Iberoamerican Development Bank Group, Banco Iberoamericano de Desarrollo
IPAC	Carbon Action Partnership
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LATAM	Latinoamérica
MDB	Multilateral Development Banks
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	Oficina Nacional de Administración y Oceánica
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PSF	Private Sector Facility, Mecanismos para el Sector Privado
RCDEUE	Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE
PIB	Producto Interior Bruto
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SCE	Sistema de Comercio de Emisiones
SIC	Sistema de Implementación Conjunta
UE	Unión Europea
WBG	World Bank Group, Banco Mundial

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la preocupación por el cambio climático ha ido creciendo a pasos agigantados, considerándose hoy por hoy uno de los grandes problemas y retos a los que se enfrenta la humanidad. Su origen se encuentra en la acumulación en la atmósfera de los gases efecto invernadero (GEI) como consecuencia de su emisión descontrolada siendo, a nivel mundial, el crecimiento económico y demográfico los impulsores más importantes de los aumentos de emisiones de  $CO_2$  derivados de la utilización de combustibles fósiles (IPCC 2014c; 2018).

Es difícil afrontar este problema porque, en primer lugar, no va a afectar a todo el mundo por igual ni todos los países van a tener la misma capacidad de respuesta, debido a la disponibilidad de recursos financieros, tecnológicos, humanos y de las situaciones geográficas. Por otro lado, el grado de responsabilidad en cuanto a emisiones no es el mismo, y no resulta fácil entender y argumentar las restricciones para que los países en desarrollo prosperen como lo hicieron los que son ahora desarrollados. Por estas razones la ciencia económica tiene que ponerse a disposición de los encargados en las tomas de decisiones para valorar los daños presentes, estimar los daños futuros y, en general, aportar información y análisis para que se tomen decisiones razonables en la lucha contra el cambio climático.

La estructura del trabajo será la siguiente: tras esta breve introducción, en el segundo apartado se explicará en términos físicos qué es el cambio climático, así como sus causas y consecuencias. En el tercer epígrafe se analizarán las dimensiones políticas y económicas del cambio climático. En el cuarto apartado se explicarán las políticas de mitigación y adaptación contra el cambio climático y en el quinto veremos los costes de las políticas de mitigación. En sexto se explicará cómo se financian los países y qué diferencias hay entre los desarrollados y los que están en vías de desarrollo. Por último, en el séptimo punto se expondrán las conclusiones.

## 2. CAMBIO CLIMÁTICO: CAUSAS Y CONSECUENCIAS

El clima del planeta ha sufrido muchas variaciones a lo largo del tiempo. Generalmente, la variabilidad de los sistemas climáticos del planeta es natural, sin embargo, desde el año 1750, fecha en la que se sitúa la primera revolución industrial, se está produciendo un cambio mucho más acelerado que está siendo provocado por la actividad humana (IPCC 2021). La comunidad científica considera que la causa de este problema es antropógena, ya que se basa en diferentes evidencias y observaciones, comparando la composición actual de la atmósfera, océanos y superficie terrestre con los datos históricos de estas y atribuyendo como causante de estos cambios a la actividad humana. Para ponerlo en perspectiva, cuando el calentamiento global ha ocurrido de forma natural, el planeta ha tardado alrededor de 5000 años en aumentar la temperatura 5 grados, mientras que, en esta ocasión, la tasa de calentamiento prevista para el año 2100 es 20 veces más rápida (NASA, 2015). A esta variación antropógena del clima se le ha llamado cambio climático y ha sido definido por Naciones Unidas en 1992, en el primer artículo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de la siguiente manera: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que suma a la variabilidad natural del clima observado durante periodos de tiempo comparables”.

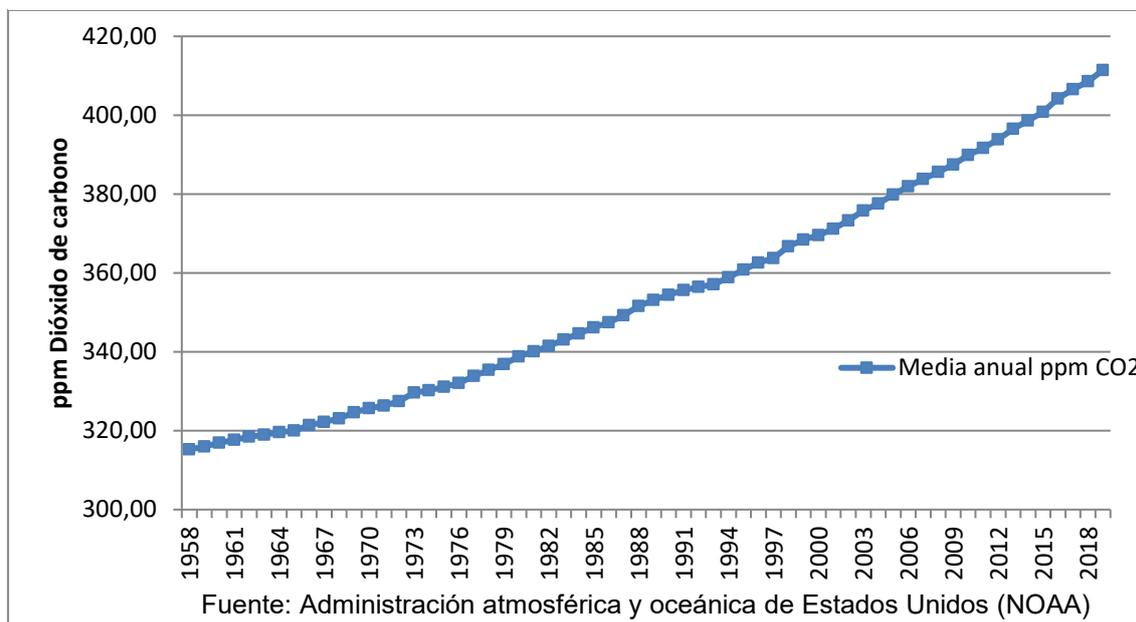
Aunque los cambios se hayan empezado a notar bastante antes, no ha sido hasta mediados del siglo XX cuando se han empezado a acelerar a un ritmo vertiginoso:

- Se estima que la temperatura global media del planeta ha aumentado en 1°C, con un rango probable entre 0,8°C y 1,2°C, con respecto a niveles preindustriales, mientras que aumenta a 0,2°C (rango entre 0,1°C y 0,3°C) por decenio y que, de seguir así, podría llegar a 1,5°C entre los años 2030 y 2050 (IPCC 2018).
- El aumento de las temperaturas se ha dado tanto en la superficie como en los océanos, aunque en general el calentamiento es mayor en la tierra que en el océano y, dentro de éste, es mayor más cerca de la superficie. Asimismo, según el quinto informe de evaluación del IPCC (2014), se ha percibido un aumento del 26% de la acidificación de los océanos.

- El nivel medio del mar ha experimentado un crecimiento entre 1901 y 2010 de 0,19 m, con un intervalo de confianza de 0,17 m y 0,21 m. Además, se estima que el 75% de dicho aumento es consecuencia de la expansión térmica del océano, que a su vez se debe al aumento de las temperaturas, y al deshielo de los glaciares. De hecho, tanto en la Antártida como en Groenlandia la capa de hielo ha perdido masa, así como la mayoría de los glaciares del planeta se han reducido.
- Los patrones en las precipitaciones han cambiado, en las latitudes medias del hemisferio norte estas han aumentado mientras que en otras latitudes las precipitaciones han mostrado tendencias crecientes y decrecientes dependiendo el lugar.

Desde la comunidad científica, se considera que estos cambios tienen una relación directa con la emisión a la atmósfera de GEI. Los principales GEI son el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y algunos gases fluorados y se encuentran en la atmósfera tanto de forma natural como antropógena. La composición de la atmósfera está cambiando debido a la acumulación de dichos gases en ella. La atmósfera retiene más radiación solar de la que debería si no hubiese una concentración tan alta de GEI. De esta manera se almacena la energía en la Tierra impidiendo que salga al espacio, generando un cambio en el balance de energía lo que provoca que aumente la temperatura. Toda sustancia o proceso, ya sea natural o antropogénico, que altera el balance de energía se dice que es un impulsor del cambio climático. Para medir este cambio provocado por dichos impulsores, se utiliza el forzamiento radiativo. Cuando está por encima de 0 significa un calentamiento de la superficie terrestre, mientras que si está por debajo de cero significará un enfriamiento. Esta medida se basa en las propiedades de los diferentes GEI, en observaciones y en diferentes cálculos numéricos. Dichos cálculos estiman que desde 1750 hasta 2011 se ha producido un forzamiento radiativo de  $2,3 \text{ W/m}^2$  (IPCC 2014), habiendo aumentado más rápido desde la década de 1970. Por otro lado, no todos los gases tienen las mismas características, ni en su composición ni en sus capacidades. Por ejemplo, los gases fluorados tienen una capacidad de calentamiento 23.000 veces mayor que el dióxido de carbono y, a su vez, no todos son emitidos a la atmósfera en igual medida.

Gráfico 2.1. Concentraciones de dióxido de carbono para el periodo 1958-2018



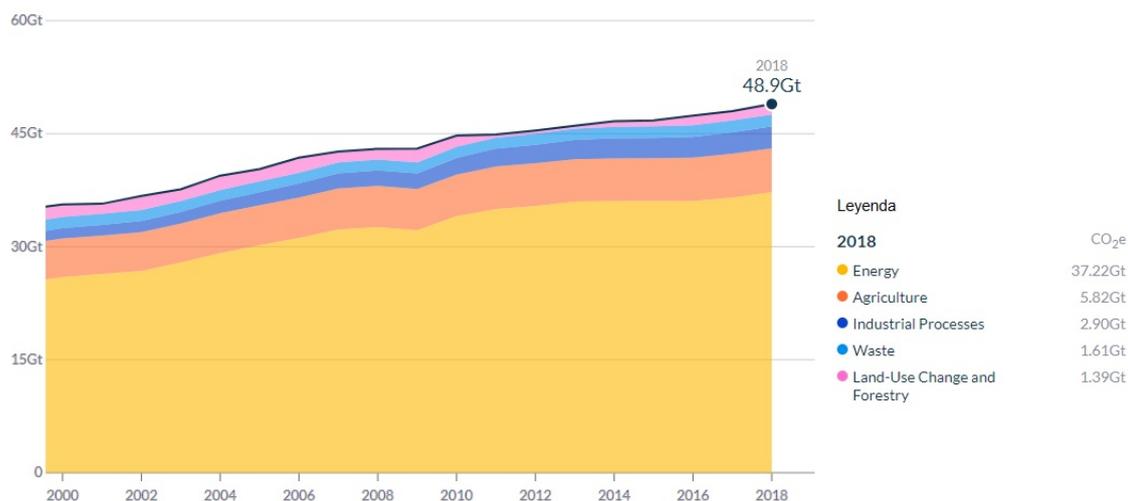
A este respecto, el dióxido de carbono es el gas más proyectado a la atmósfera, procedente de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales. El crecimiento económico y demográfico se ha convertido en el impulsor más importante del cambio climático (IPCC 2014; 2018). Se estima que desde el inicio de la revolución industrial se han emitido a la atmósfera un total de  $2040 \pm 310 \text{ GtCO}_2 \text{eq}^1$ , de los cuales la mitad han sido emitidos a partir 1970, y que en torno al 40% de dichas emisiones han permanecido en la atmósfera (IPCC, 2018). Podemos comprobar en la ilustración 1.1 cómo la tendencia de las emisiones de  $\text{CO}_2$  es creciente, al igual que su concentración en la atmósfera: las partes por millón (ppm a partir de ahora) de  $\text{CO}_2$  concentradas en la atmósfera han aumentado a razón de 2 ppm al año, hasta llegar en 2019 a una media diaria de 411 ppm.

También es importante saber cómo se distribuyen las emisiones de GEI por sectores y por países. En el año 2018, se emitieron de forma global 48.9 Gt en clara pendiente ascendente. Combinadas, Asia y las regiones del pacífico son

<sup>1</sup> Unidad de medición de la huella de carbono, que es la totalidad de los GEI emitidos. El  $\text{CO}_2$  es el gas de referencia para para medir los otros gases. Representa la cantidad de  $\text{CO}_2$  que, para una cantidad y mezcla de cualquier GEI dadas, tendría el mismo potencial de calentamiento global que el  $\text{CO}_2$  en un intervalo de tiempo específico, que suele ser 100 años.

las regiones que más emitieron en el año 2018 del planeta (22,2 Gt) siendo China la primera, responsable de 11,71 Gt, India, 3,35 Gt e Indonesia, 1,70 Gt. Por su parte, Norte América emitió 6,56 Gt con Estados Unidos como máximo emisor (5,79 Gt) mientras que la Unión Europea en su conjunto 3,33 GT. Las emisiones por sectores las podemos ver en la ilustración 1.2.

Gráfico 2.2. Emisión de GEI por sectores para el periodo 2000-2018



Fuente: [www.climatewatchdata.org](http://www.climatewatchdata.org)

Además, no hay que fijarse solamente en los impactos observados hasta el momento, sino que también hay que echar un vistazo a los potenciales riesgos que en un futuro podrían convertirse en realidad, ya que de seguir como hasta el momento es posible que se produzcan cambios irreversibles con malas consecuencias en algunas regiones del planeta (IPCC, 2014b; OCDE 2015). En la tabla 2.1 podemos ver un resumen de los impactos potenciales derivados del cambio climático.

Tabla 2.1. Riesgos potenciales del cambio climático

Potenciales impactos del cambio climático	
<b>Recursos de agua dulce</b>	Los riesgos aumentan cuanto mayores sean las concentraciones de $CO_2$ . La población en peligro de escasez de agua dulce y la que padece grandes inundaciones aumenta a más nivel de calentamiento.
<b>Ecosistemas terrestres y de agua dulce</b>	Ciertos escenarios de emisiones suponen un alto riesgo para muchas especies terrestres y de agua dulce debido a

	que el cambio climático interactúa con factores como el estrés, modificación de hábitats o especies invasoras.
<b>Sistemas marinos</b>	El calentamiento del océano provocará cambios en la distribución de las especies marinas y la interacción entre ellas.
<b>Seguridad alimentaria y sistemas de producción de alimentos</b>	Impactos tanto negativos como positivos, aunque hay más negativos. Los positivos, en general, en zonas de alta latitud mientras que los negativos por todo el mundo. Cultivos sensibles tanto a cambios en las temperaturas como a episodios meteorológicos extremos.
<b>Zonas urbanas</b>	Más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas. Hay una alta proporción de emisiones generadas en las ciudades por lo que la población y las actividades económicas están en riesgo, sobre todo en zonas urbanas vulnerables muy expuestas a episodios meteorológicos extremos.
<b>Zonas rurales</b>	Efectos relacionados con la disponibilidad de agua, seguridad alimentaria y los ingresos agrícolas, sobre todo en zonas de producción de cultivos alimentarios.
<b>Salud</b>	Hasta mitad del siglo XXI, agravación de problemas ya existentes, mientras que en la segunda mitad se estima que haya incrementos de mala salud en regiones poco desarrolladas y con pocos ingresos.
<b>Seguridad humana</b>	Se estima que aumenten las personas desplazadas (refugiados climáticos), así como un aumento de conflictos violentos y cambios en la organización territorial de determinados países.
Fuente: Cambio climático 2014: impactos, adaptación y vulnerabilidad. IPCC.	

### 3. DIMENSIÓN POLÍTICA Y ECONÓMICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

#### 3.1. Dimensión política

A mediados del siglo XX, se inicia un proceso para dar respuesta al cambio climático: es necesario una fuente de información fiable y objetiva, así como un marco común que englobe muchos países. Tras unos años de esfuerzos poco coordinados, el PNUMA y la OMM, crean, por un lado, en 1988, el Panel Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change) mientras que, por otro lado, se ratifica la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMUNCC) en 1994 con el objetivo de “estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a niveles que

impidan interferencias antropogénicas peligrosas para el sistema climático” y que se reunirán una vez al año para el seguimiento de los objetivos. Asimismo, esta convención incorpora tratados internacionales más antiguos como el protocolo de Montreal para proteger la capa de ozono.

A sabiendas de que es necesario aumentar los esfuerzos para reducir las emisiones, se presenta en la COP3 (conferencia de las partes de la CMUNCC), el protocolo de Kioto en el año 1997, donde se obliga a los países desarrollados de su anexo I a establecer objetivos cuantitativos de reducción de emisiones en dos periodos: 5% respecto a 1990 en el periodo 2008-2012 y 18% respecto del mismo año para el periodo 2013-2020, ratificado en la enmienda de Doha. Sin embargo, debido a que los problemas de ratificación y de que las emisiones totales no dejaron de crecer, se decide cambiar el punto de vista de la convención con el acuerdo de París en el año 2015 con los objetivos de “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático en el contexto del desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza” y “mantener la temperatura mundial muy por debajo de 2°C con respecto a niveles preindustriales y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento a 1,5°C con respecto a niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático”. Asimismo, reconocen que las emisiones van a continuar creciendo, por lo que se tiene que dar el máximo lo antes posible para después reducirlas rápidamente, a sabiendas que serán los países desarrollados los que más tarde lo logren.

### **3.2. Dimensión económica del cambio climático**

Desde la perspectiva económica convencional, el cambio climático es considerado una externalidad negativa del mercado. Una externalidad es un beneficio o coste que surge cuando el consumo o producción generan impactos negativos o positivos en el entorno, de tal forma que el precio no se ve afectado por la misma. Asimismo, también se entiende como un bien público, es decir, su consumo no es rival (que una persona lo consuma no impide que pueda ser consumido por más personas ahora y en el futuro ni afecta a su bienestar) ni excluyente (no se puede excluir de su consumo al resto de personas). Todos los agentes que perjudican al medio ambiente no están pagando esta externalidad, ya que, si se añadiera al precio final, sería más caro.

Asimismo, este problema tiene ciertas peculiaridades que las demás externalidades no tienen (Stern, 2008):

- Las causas, consecuencias y soluciones del cambio climático son globales: no basta con que actúen solo unos pocos países si los otros siguen emitiendo como siempre y las emisiones no afectan solo al país emisor, sino que afecta también al resto del mundo.
- Su desarrollo es a largo plazo, ya que los GEI perduran en la atmósfera por un extenso periodo de tiempo.
- Hay riesgos graves de cambios irreversibles en caso de no actuación.
- Alto grado de incertidumbre que hace muy difícil una cuantificación precisa de las consecuencias económicas que se pueden llegar a dar.

En relación con este último punto, casi todas las evaluaciones económicas se basan en modelos de evaluación integrada (Integrated Assessment Model, IAM) cuyos resultados no han estado exentos de controversia (Gambhir et al., 2019, IPCC 2014M; Rosen y Guanter, 2013). Así, estos modelos relacionan los sistemas económicos con los de energía y usos del suelo para intentar prever como cambian las emisiones a medida que evoluciona la economía. Seguidamente, se combinan esas proyecciones junto con la biomasa y los océanos con modelos simples de evaluación para ver los aumentos probables de temperatura para cualquier año futuro. En el caso concreto de la mitigación, por ejemplo, Rosen y Guanter (2013) explican que, para calcular los beneficios o costes netos de mitigar el cambio climático, se deben comparar dos escenarios: uno de base o referencia con otro escenario con costes de mitigación, por ejemplo, uno en el que la temperatura se limita a 2°C. Sin embargo, se da el problema de que es muy difícil predecir con una exactitud razonable debido a la incertidumbre y a la aparición de diferentes hechos, como por ejemplo una crisis financiera, agotamiento de recursos o mismamente una crisis global debido al cambio climático. Es por esta razón por la que los diferentes modelos terminan usando una amplia gama de trayectorias de emisiones con diferentes previsiones de costes y estimaciones de PIB.

Muchas estimaciones de dichos modelos revelan que las consecuencias económicas son potencialmente muy elevadas: el IPCC (2014) estima que en un

aumento de 4°C las pérdidas en términos de PIB serían de entre 1 y 5%; Stern (2008), también predice pérdidas de entre 1 y 5%, pero que, asumiendo un conjunto más grande de riesgos, podrían llegar hasta el 20%; mientras tanto la mayoría de estudios estiman que el coste en PIB debería estar entre el 0,5% y el 2%. En lo que sí se está de acuerdo es que, primero, los beneficios de actuar serán más grandes que los costes en caso de no actuación y, segundo, que cuanto más se tarde en actuar más contundentes serán las medidas y más efectos se dejarán ver en todo el planeta.

Las diferencias en las estimaciones vienen dadas por las múltiples variables que se pueden añadir en los modelos. Una de las más importantes es la tasa de descuento, ya que, al ser las estimaciones a tan largo plazo, sus efectos pueden tener consecuencias a lo largo del todo el horizonte temporal y su evaluación es sensible al mismo (ICE, 2009). Según el IPCC (2014), hay que diferenciar entre puntos de vista privados y públicos. Es necesario tener en cuenta las tasas de descuento que reflejan el coste de oportunidad del capital, diferenciando entre países desarrollados (entre 10% y 12%) y en vías de desarrollo (4% y 6%). Desde el punto de vista privado hay diversas opiniones: Nordhaus usa una tasa de descuento del 3%, reduciéndolo al 1% para una línea temporal de 300 años; Stern (2008), una cercana al 0, lo que significa que reduce mucho las emisiones en el momento actual y da importancia a los impactos futuros; Weitzman (2001) en un estudio que incluye a más de 1200 expertos sostiene que debería moverse sobre el 4% y que se tendría que reducir a 0 en un horizonte temporal amplio.

Con estas discrepancias, se entiende que numerosos científicos y economistas (e.g. Gambhir et al., 2019; Keen 2020; Keen et al 2021; Tapia y Carpintero, 2013; Spash 2020; Ackerman et al 2009) hayan puesto en entredicho la solidez de estos resultados habida cuenta de las limitaciones del enfoque económico neoclásico utilizado (con sus supuestos sobre optimización, competencia, etc.) y las controvertidas estimaciones monetarias sobre los costes y beneficios sociales y ambientales que no pasan por el mercado (mortalidad, morbilidad, daños a los ecosistemas, etc.). Por otro lado, es difícil pensar que en un mundo con un incremento de temperaturas de 3-4°C sea factible, por ejemplo, una parte importante de la agricultura y, por lo tanto, de la vida y la alimentación humana, lo que tendría consecuencias mucho más graves que la pérdida de unos pocos

puntos porcentuales del PIB. Todo lo cual apunta a una importante infravaloración económica tanto de los daños actuales como de las previsiones futuras, lo que no ayuda demasiado a la hora de tomar decisiones necesarias para hacer frente al problema.

#### **4. LAS POLÍTICAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN**

La mitigación y la adaptación son los instrumentos en forma de políticas que se utilizan en la lucha contra el cambio climático. La CMNUCC define la mitigación como “los esfuerzos para reducir las emisiones y mejorar los sumideros” mientras que define la adaptación como “Los ajustes en los sistemas ecológicos, sociales o económicos en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos y sus efectos futuros”. Ambas políticas son instrumentos que tienen que aplicarse de forma conjunta, es decir, son complementarias: la aplicación de las medidas de adaptación no solucionaría, por sí sola, el problema de las emisiones, al igual que la reducción de emisiones no podría hacer frente a los problemas a los que se enfrenta la adaptación. Además, en la aplicación de ambas medidas se pueden crear sinergias que podrían ayudar no solo en la lucha contra el cambio climático.

Hay muchos puntos de vista sobre la aplicación y la financiación de las medidas de mitigación y de adaptación: invertir en adaptación puede reducir la necesidad de invertir en mitigación y viceversa y compiten para atraer inversiones. El equilibrio óptimo entre los dos ha de elegirse teniendo en cuenta el horizonte temporal, la magnitud de las medidas, de los diferentes beneficios y daños colaterales, así como las características de ambas, dado que con las medidas de mitigación se obtiene un beneficio más global, pero son menos vistosas, mientras que las medidas de adaptación favorecen a zonas geográficas más pequeñas. Así, hay diferentes opiniones para combinar las políticas: Bosero et al. (2010) expresan que la mitigación tiene que darse antes que la adaptación porque “las medidas de adaptación deberían diseñarse de manera óptima, en consonancia con la mitigación, como estrategia residual que aborde los daños no compensados por la mitigación”. Por otra parte, Wang y McCarl (2011) apuntan que, en una inversión global compartida de las medidas de adaptación y mitigación, estas últimas abordan el largo plazo, mientras que las primeras lo

hacen a corto plazo. Además, apuestan por una inversión en paralelo y desde un principio para ambas.

#### **4.1. Adaptación al cambio climático**

La adaptación busca responder tanto a los impactos que se están produciendo a causa del cambio climático como a los que están por ocurrir, de forma que las diferentes regiones del planeta se preparen y busquen adaptarse a los mismos. Dichos impactos, y los riesgos que se derivan de ellos, no son iguales en todas las regiones, debido a las diversas situaciones geográficas y a la capacidad de respuesta, que va desde el poder económico hasta la cultura dominante en el lugar. Como consecuencia, las medidas de adaptación no son iguales para todos y no existe una solución de adaptación única para todas las regiones, pues tiene que haber una planificación de adaptación concreta para cada lugar y su contexto (IPCC 2014).

El proyecto de la planificación de la adaptación va a depender de bastantes circunstancias y factores, de los valores sociales y de las percepciones del riesgo. Los expertos económicos han pasado de analizar el costo económico de las medidas, su eficiencia y las soluciones de mercado a pensar también en los riesgos y desigualdades, las barreras y límites y en los sesgos de comportamiento. Así, las medidas de adaptación se pueden mejorar con medidas complementarias a todos los niveles, tanto de personal como de gobernanza. Los gobiernos nacionales deberían coordinar las políticas de adaptación con los gobiernos locales, proporcionando información, tanto económica como de interés contra el cambio climático, y coordinando el apoyo financiero. Dicho apoyo financiero, así como diferentes instrumentos económicos y de gestión de riesgo, fomentan las medidas de adaptación, mientras que una mala planificación de dichas políticas, querer llegar a objetivos rápidamente o la poca disponibilidad de recursos, pueden ser la causa de una adaptación incorrecta (IPCC 2014).

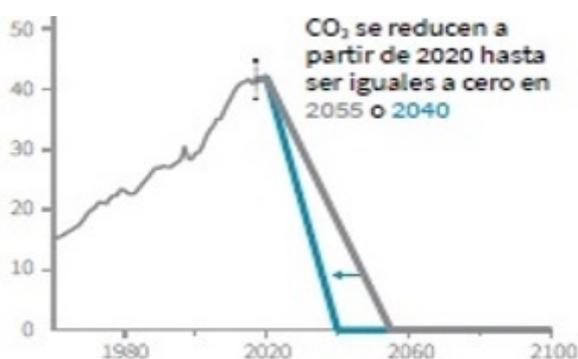
En el proceso de la toma de decisiones relacionadas con la adaptación está muy presente la estimación de los impactos que vayan a darse y del riesgo asociado. Se puede definir el riesgo como el potencial de consecuencias en que algo de valor está en peligro con un desenlace incierto. Se da por la interacción de la

vulnerabilidad, peligro y exposición y se pueden describir sobre la base de la probabilidad, la magnitud y el alcance de las posibles consecuencias del cambio climático (IPCC 2014). Para una buena estimación de los costes y de las medidas a utilizar se tienen en cuenta una gran variedad de riesgos, así como que a medida que aumente la magnitud del cambio climático las probabilidades de impactos graves e incluso irreversibles son mayores también, mientras que si se logra reducir el ritmo del problema los riesgos pueden menguar.

## 4.2. Las políticas de mitigación

Según la CMUNCC “La mitigación es la intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de GEI”. La mitigación, junto con la adaptación, forman parte de las herramientas para lograr el objetivo final de la convención, escrito en el artículo 2: la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impidan interferencias antrópicas peligrosas para el sistema climático. Dado que este es un problema de carácter global, en tanto en cuanto las emisiones, independientemente de quien las realice, se acumulan y se combinan en la atmósfera, es necesario que los diferentes agentes antepongan el interés general al interés propio. Además, es posible que la adaptación y la mitigación puedan influir positiva o negativamente en otros aspectos sociales, tales como la salud, la seguridad alimentaria, acceso a la energía o desarrollo sostenible equitativo.

Gráfico 4.1. Emisiones para un objetivo de 1,5°C



Fuente: IPCC, 2018

El IPCC en su informe del año 2018 sobre calentamiento global a 1,5°C ha contemplado diferentes trayectorias de mitigación con diversas características y consecuencias. En general, para aquellas que no sobrepasan o lo hacen de forma muy leve 1,5 °C, se estima que las emisiones de  $CO_2$  disminuyen un 45% desde el año

2018 hasta 2030, en relación a los niveles de 2010, y que son iguales a cero para el año 2050. Para las trayectorias en las que el calentamiento no sea superior a 2°C, las emisiones tendrían que reducirse más o menos en un 25%

hasta el año 2030 y a cero para el año 2070 (IPCC, 2018). Estas trayectorias podrían requerir de varios conjuntos de medidas de mitigación para lograr equilibrios entre la reducción de emisiones, los recursos disponibles y la tasa de descarbonización. Asimismo, estas medidas se enfrentan a diferentes desafíos para aplicarlos, además de potenciales sinergias y concesiones con el desarrollo sostenible. Por otro lado, se estima que hay una probabilidad del 50% de cumplir el objetivo del Acuerdo de París con la emisión de 580  $GtCO_2$  mientras que, si se emiten 420  $GtCO_2$  la probabilidad aumentaría hasta un 66%.

La mayoría de las políticas de mitigación se centran en la sustitución del consumo de combustibles fósiles por fuentes renovables, lo que implica planes e inversiones en el despliegue masivo de la energía fotovoltaica y eólica, así como la promoción de la movilidad eléctrica (coche eléctrico), las políticas de reforestación, etc.

Con el objetivo de reducir las emisiones de GEI, en el acuerdo de París se implementan las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), que muestran, precisamente, las pretensiones de la mayoría de los países para llevar a cabo estas políticas de mitigación. En las NDC se plasman los esfuerzos de las diferentes partes que han firmado el acuerdo de París para reducir las emisiones nacionales y se pide a cada parte que presenten cada 5 años sus objetivos de reducción de emisiones a partir del año 2020 y sucesivos, 2025, 2030, etc. Asumiendo los NDC que se han publicado hasta el momento, las cifras están bastante lejos a nivel global de conseguir el objetivo, ya que se estima que para el año 2030 las emisiones se habrán incrementado un 16% respecto a 2010 (cuando se deberían reducir un 45%), llevando el incremento de la temperatura hasta 2,7°C a final de siglo (UN, 2021). Este resultado no debería sorprender, por la forma en que se planteó el acuerdo de París con compromisos voluntarios, es decir, sin penalización en caso de incumplimiento, objetivos en muchos casos de reducción relativos (con respecto al PIB), pero no de reducción absoluta de emisiones (que es lo que importa para el cambio climático); y, sin preocupación por saber si los distintos planes presentados eran compatibles con el objetivo general perseguido. Como ya mostró una investigación llevada a cabo poco después del Acuerdo de París, las emisiones en 2050, lejos de reducirse, se incrementarían un 19,3%, llevando el

incremento de temperatura a los 3-4°C (Nieto, Carpintero y Miguel, 2018). Aparte de que, en general, no se suelen cumplir esos compromisos, este paradójico resultado indica la forma en que se han llevado a cabo las negociaciones y la seriedad para afrontar el problema.

Un elemento importante a la hora de reducir las emisiones de GEI es que los emisores de  $CO_2$  y otros gases de efecto invernadero se enfrenten a un claro incentivo para reducir las emisiones: establecer un precio al carbono para asegurar que las transacciones de bienes y servicios que causan las externalidad de la concentración de GEI en la atmósfera, tengan en cuenta su impacto en el cambio climático.

Un impuesto al carbono es una tasa que se aplica a la quema de combustibles fósiles basados en el carbono y se pueden utilizar de diferentes maneras. Los impuestos para el cambio climático se llaman “pigouvianos” y el tipo impositivo son para las emisiones marginales, es decir, se monetizan los daños por emitir una tonelada adicional de dióxido de carbono. De esta forma, en teoría, el mercado encontrará maneras rentables de reducir las emisiones hasta la cantidad del impuesto al carbono (Gillingham y H. Stock, 2018). La fijación de un precio es una parte importante de la solución al problema, aunque por sí solo no baste.

Desde hace un tiempo, la OCDE (2018) ha propuesto una medida para calcular el precio del carbono a partir del uso de la energía denominada Tasa de Cambio Efectiva (Effective Carbon Rate, ECR). Se define como la suma de tres componentes: los impuestos específicos sobre el uso de energía, el impuesto al carbono y el precio de los permisos de emisión negociables, todo medido en euros por tonelada de  $CO_2$ . Este indicador permite decidir a una empresa si le sale a cuenta pagar por reducir emisiones o no. Si la tasa es mayor que la inversión necesaria para reducir una unidad de  $CO_2$ , entonces la inversión es rentable y, en caso contrario, sería preferible pagar el precio. En su última edición analiza las tasas efectivas sobre el carbono y el precio de las emisiones resultantes de los impuestos en 44 países que forman parte de la OCDE y del G20, que representan un 80% del consumo energético mundial. En el trabajo se plantean tres escenarios de referencia: un precio de 30€ por tonelada de  $CO_2$

(como punto de referencia para plantearse esfuerzos de abatimiento de las emisiones), 60€ por tonelada (como punto de referencia medio-bajo en 2020 pero con la vista puesta en 2030) y de 120€ como punto de referencia central de coste del carbono en 2030. A pesar de ello, la mayoría de los resultados se ofrecen con el precio de 60€/tonelada y los resultados son los siguientes (OCDE, 2021):

El 60% de las emisiones de carbono procedentes del consumo energético en los países de la OCDE y el G20 permanecerían sin ningún tipo de gravamen en 2018. En su conjunto, dichos países no habían alcanzado siquiera la quinta parte del objetivo de precio de referencia (60€/tonelada). Desde el punto de vista sectorial, las tasas efectivas de carbono son especialmente en el sector industrial y de electricidad, y bastante heterogéneas según los países en el sector comercial y residencial, con un puñado que se acercan al punto de referencia de 60€/tonelada para el conjunto de emisiones, pero dominando aquellos con precios finales muy bajos. Finalmente, la contribución de los diferentes componentes a las tasas efectivas de carbono de los diversos países es el siguiente: globalmente el 93% es responsabilidad de los impuestos (89% relacionados con impuestos sobre la energía que no están justificados por motivos climáticos, y un 4% de impuestos sobre las emisiones de carbono) y el 7% restante tiene que ver con el sistema de comercio de emisiones. Sin embargo, teniendo en cuenta la asignación gratuita de permisos de emisión en los sistemas de comercio de emisiones, los permisos de emisión solo contribuyeron con el 3% de la tasa de carbono promedio.

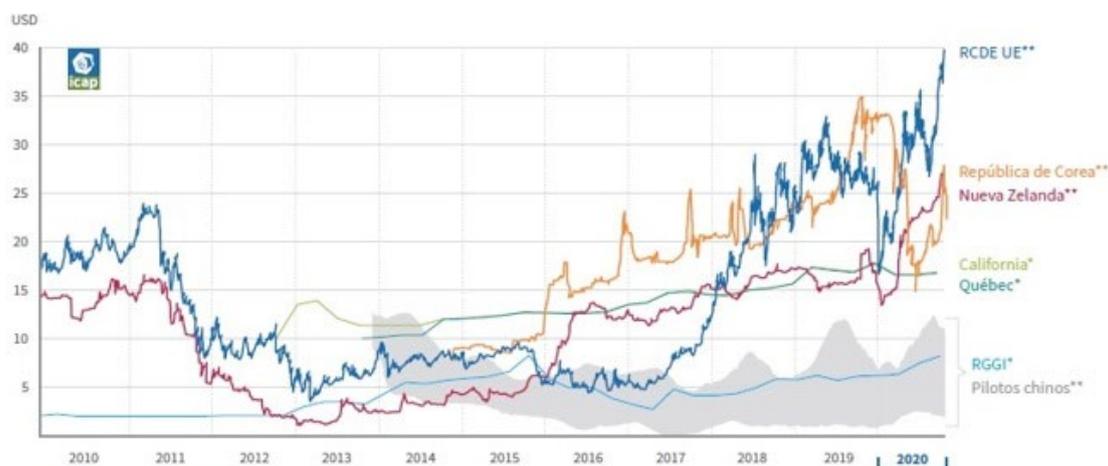
A pesar de tener una importancia menor, los mercados de comercio de emisiones han tenido un desarrollo importante en los últimos años y comienzan a contribuir de manera creciente a fijar el precio final del carbono.

Para reducir las emisiones y paliar el efecto que provoca ese deterioro, trata de repercutir el coste de la contaminación sobre quienes contaminan, para que, a medida que ese coste crezca, se vean tentados a dejar de hacerlo. El método de estos mercados se llama “Cap and trade” (Topes y comercio), y consiste en establecer un límite máximo de emisiones (cap) para un horizonte temporal de varios años. Se emiten derechos de emisión en función del máximo de

emisiones, los cuales son asignados gratuitamente (lo que ha generado desde el principio controversia) a los diferentes sectores adscritos al sistema preestablecido. Si algún agente emite sin contar con el respaldo de los derechos correspondientes, habría una penalización. Además, estos derechos se pueden comercializar, lo que ofrece ventajas a aquellos que reducen sus emisiones, pues podrían vender derechos a aquellos que necesitan incrementarlas. El precio se basa en la relación oferta-demanda y debe generar incentivos económicos para reducir las emisiones al menor coste posible.

Según la International Carbon Action Partnership (IPAC) existen, a 31 de enero de 2021, 24 sistemas de comercio de emisiones (SCE) en vigor, además de 8 que están en desarrollo que se espera que entren en funcionamiento en los próximos años. A pesar del incremento producido desde 2005, cabe apuntar que, en la actualidad, apenas un 16% de las emisiones mundiales están sometidas a este sistema de comercio de emisiones y al precio de carbono determinado por él (icap 2021).

Gráfico 6.3. Evolución del precio de carbono en los SCE desde el año 2010



Fuente: icap 2021

El SCE más grande es el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (RCDE UE), con más de más de 21.500 millones en el año 2020 y 80.737 millones de dólares desde el año 2009, apoyando la eficiencia energética, la energía limpia y renovable y la innovación tecnológica. A niveles más bajos se encuentran el SCE RGGI, que es una iniciativa de los estados del este de los Estados Unidos, que han movilizado en 2020, 416,3 millones de

dólares y 3.775 desde 2009, así como el SCE de Quebec, con un importe en 2020 de 514,4 y 3.485 millones de dólares desde 2013. En total, todos los SCE han aportado 103.000 millones de dólares desde el año 2013 (icap, 2020). En la gráfica 6.3 podemos observar el precio de los derechos de emisión de los diferentes SCE.

El problema es que, a escala mundial, el grueso de las emisiones de  $CO_2$  siguen estando fuera de este tipo de mecanismos y, además, los precios generados en estos mercados han estado (y siguen estando) muy por debajo del precio de carbono requerido para cumplir con el compromiso de reducciones de emisiones asociado al acuerdo de París, que supondría un precio entre 80 y 120€/tonelada de  $CO_2$ .

## 5. LOS COSTES DE LAS POLÍTICAS DE MITIGACIÓN

### 5.1. Los costes de las inversiones en los modelos de evaluación integrados

Entre los objetivos propuestos por la mayoría de organismos económicos internacionales está desvincular las emisiones de GEI de la economía. Para ello se considera necesario un cambio de largo alcance en aspectos muy diferentes: las opciones técnicas de las formas de generación de energía, los arreglos institucionales a nivel de gobernanza, el consumo, las infraestructuras, el uso de la tierra, etc., en definitiva, un cambio en los estilos de vida de las sociedades que supondrá diferentes retos.

Para hacer posible ese cambio, sería necesaria una gran expansión de la inversión en stock de capital. El IPCC en su informe especial “calentamiento global de 1.5 °C” (IPCC, 2018) estudia diferentes estimaciones de modelos de necesidades de inversión anual en el sistema energético para la mitigación: cuatro modelos de evaluación integrada y otros dos de la OCDE para un límite de 2°C.

Tabla 5.1. Inversión anual necesaria en billones de dólares entre 2016 y 2035

Modelo	Inversión anual en energía	% PIB a precios de mercado
--------	----------------------------	----------------------------

<b>IAM NDC</b>	2,04	1,9%
<b>IAM 2°C</b>	2,19	2,1%
<b>IAM 1,5°C</b>	2,32	2,2%
<b>OCDE 2°C</b>	2,13	6,0%
<b>Fuente: IPCC 2018</b>		

Por otro lado, la agencia internacional de la energía también en su informe “Net Zero By 2050” (IEA, 2021) hace un análisis sobre el coste que se tiene que asumir para que en el año 2050 se llegue a cero emisiones netas. Durante el intervalo 2016-2020, la inversión mundial en energía ha sido de poco más de 2 billones anuales de dólares americanos, siendo una importante parte de los mismos la producción de combustibles fósiles, así como la generación de electricidad. En la década de 2020 hasta 2030, la inversión debería aumentar a 5 billones anuales de media, para ir bajando hasta los 4,5 billones anuales de media en 2050. En cuestión de PIB mundial, la inversión total aumenta del 2,5% hasta el 4,5% hasta 2030, para volver a caer al 2,5% en el año 2050. La mayoría de este gasto va para la generación de electricidad, redes y equipos eléctricos para usuarios finales.

Según este estudio, los patrones de gasto cambian por sector de manera muy pronunciada, empezando por la generación de electricidad, que aumenta desde los 500.000 millones en el intervalo 2016-2020 a 1,6 billones anuales de media hasta el año 2030, para retroceder a medida que baja el costo de las tecnologías renovables. El desembolso en energías renovables en el sector eléctrico para el año 2030 es de 1,3 billones de dólares anuales de media, mientras que, para la infraestructura de energía limpia, como redes de electricidad, estaciones de recarga de vehículos eléctricos, estaciones de hidrógeno, etc., llegaría a 0.88 billones anuales de media. El gasto en energía nuclear se duplica para el año 2050 mientras que el suministro de combustibles disminuye anualmente, de media, 315.000 millones para 2030 y 111.000 millones para 2050: pasa de casi el 25% en proporción hasta el 7% para 2050. Durante el periodo 2021-2050, la inversión media anual total del sector energético en porcentaje del PIB es 1% más alta que los últimos 5 años.

Por otro lado, la inversión por áreas tecnológicas también cambiaría: se daría un

aumento importante en la expansión y modernización de las redes eléctricas que aumentaría desde 260.000 millones en el intervalo 2016-2020, hasta alrededor de 800.000 millones anuales de media en el intervalo de 2030-2050. También se tendría un ligero crecimiento de la inversión en hidrógeno, que aumentaría a 165.000 millones anuales hasta 2030 y más de 470.000 millones anuales de media en 2050, a medida que se amplían las instalaciones de producción y que aumenta el uso del hidrógeno en el transporte. Por último, la inversión en captura, almacenamiento y uso del carbono supera los 160.000 millones anuales para 2050 así como la inversión en eficiencia, que aumenta hasta 640.000 millones anuales de media, principalmente para la modernización de edificios y aparatos eficientes en los sectores de la industria y la construcción.

## **5.2. Economías bajas en carbono: Las energías renovables y la inversión en I+D**

Una de las principales preocupaciones a la hora de reducir las emisiones de GEI es la de crear un plan de acción creíble, que incluya medidas a largo plazo con una mezcla de instrumentos políticos y financieros y que sea lo menos costoso y, a la vez, lo más rentable posible. Para que estos ajustes se lleven a cabo de la manera más fácil posible, es necesaria la adopción de medidas tempranas y progresivas. El objetivo final de esas medidas es el proceso de descarbonización de la economía. Para que este proceso pueda llevarse a cabo de una manera eficiente y efectiva tiene que haber disponibilidad de tecnologías, financiación disponible para investigación y desarrollo de las mismas y que toda esta transformación a una economía baja en carbono sea lo menos costosa posible (IRENA 2016).

En una primera instancia, tenemos que diferenciar entre costes estáticos y dinámicos. Los estáticos, son costes durante la vida de un proyecto específico emprendido en un momento determinado de tiempo, sin tener en cuenta nada más que ese gasto. Son los costes de las medidas que se pueden adoptar con la tecnología disponible en ese momento. Por tanto, pasan por alto la consideración crítica de que el cambio climático es un problema a largo plazo. Por el otro lado, tenemos los costes dinámicos, que se refieren a las acciones que son tomadas en un momento de tiempo determinado, pero que reconocen que las medidas que se tomen en ese momento pueden influir en los costes

futuros, porque sobreviven a la vida de un proyecto específico (Gillingham y Sotck, 2018).

La economía busca la forma más eficiente de disminuir las emisiones de GEI, que no es otra que reducirlas hasta el punto en que los beneficios marginales de la reducción equivalgan a sus costes marginales. Esto puede darse, por ejemplo, poniéndole un precio al carbono a través de un impuesto. Por ello, los economistas tienen que sopesar los costes de ciertas tecnologías específicas o de las políticas que se aplican. Empezando por los costes estáticos, se compara la estimación en el coste por tonelada de  $CO_2$  reducido mediante la sustitución de la electricidad generada por una central eléctrica de carbón con electricidad generada por una energía más limpia. Las menos costosas serían la eólica terrestre y el ciclo combinada de gas natural, con el mismo coste (24\$/tonelada de  $CO_2$ ), seguido de la solar fotovoltaica (28\$) y el gas natural con tecnología de captura y almacenamiento (48\$) (Gillingham y H. Stock, 2018). Sin embargo, las estimaciones no son perfectas: hay tecnologías que se consideran fiables porque se están utilizando mucho, eólicas, pero hay otras que, aunque se ha manifestado su viabilidad técnica, pueden subestimarse su precio verdadero. Asimismo, es importante saber cuáles son las alternativas baratas para usar ahora, pero lo es más saber qué interacciones podrán disminuir más eficazmente el precio de las reducciones a gran escala de las emisiones en el futuro, ya que el problema a largo plazo son los largos periodos que permanece el  $CO_2$  en la atmósfera. Por ello, el objetivo para reducir las emisiones en el futuro es tener alternativas de bajo coste a los combustibles fósiles que sean cero o bajo en carbono. De esta manera, el verdadero coste de las inversiones en tecnología debe incluir su coste estático por su valor nominal, además de cualquier efecto indirecto que estas inversiones tengan sobre los costes futuros de la reducción de emisiones. Los beneficios para el bienestar de incluso pequeñas tasas de crecimiento en la eficiencia de las tecnologías pueden ser grandes (Hassel, Krusel, Olovsson y Reiter, 2018).

En 2020, la inversión mundial en transición energética con bajas emisiones de carbono fue de 501.300 millones de dólares, frente a los 458.000 millones de 2019 y los 235.000 millones de 2010 (BloombergNEF, 2020). En estas cifras se incluyen proyectos de energía renovables, de almacenamiento de energía, de

Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC), etc. El sector más grande fue el de energías renovables, con 305.000 millones, un 2% más que en 2019, a pesar del Covid-19. Europa y China están compitiendo por la primera posición entre los mercados activos en inversiones de transición ecológica.

### **5.3. Marco para la financiación de la mitigación**

Cuando se plantea la labor de financiar la lucha contra el cambio climático, se suele hablar de la “arquitectura financiera climática”. No hay una definición concisa del término, pero se puede definir de varias maneras. Se puede aplicar tanto a los recursos financieros dedicados a luchar contra el cambio climático a nivel global como a las transferencias financieras que fluyen desde los países desarrollados a los que están en vías de desarrollo y se utilizan para abordar el fenómeno. También es posible definirlo como aquella que permite llegar a un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático, lo que sería una “nueva forma de entender las relaciones económicas, comerciales y de cooperación entre los países” (Montalvo, 2011). Climate Funds Update (2020) lo define como “los recursos financieros movilizados para mitigar y adaptarse a los impactos del cambio climático”. Las cifras necesarias para poder abordar bien el problema son muy altas, por lo que es muy importante contar con recursos financieros suficientes: en el acuerdo de Copenhague de 2009 los países desarrollados se comprometieron a contribuir con 30.000 millones de dólares entre 2010 y 2012, mientras que en la COP 21 se puso como objetivo movilizar 100.000 millones de dólares anuales a partir de 2020, revisándose en 2025 al alza.

La financiación puede ser pública o privada. En el primer caso, la mayoría procede de la cooperación multilateral, que son aquellas acciones de cooperación que se canalizan a través de organizaciones multilaterales de desarrollo como Naciones Unidas, aunque también existe la cooperación bilateral, referida a las acciones de cooperación entre un país desarrollado con otro en vías de desarrollo. En cuanto a la cooperación multilateral, el Acuerdo de París dota a la CMUNC con tres instrumentos para que puedan aportar una gran cantidad de financiación: el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility, GEF), el Fondo Verde para el Clima (Green Climate Fund, GCF) y el Fondo de adaptación (Adaptation Fund, AF). Además, instituciones



limitar las emisiones de GEI y la propiedad de las fuentes de las emisiones, ya que determinarán la distribución de las cargas planteadas por las necesidades de financiación. Por otro lado, los países en desarrollo necesitan, en gran medida, de un flujo de recursos financieros emitidos por los países desarrollados a través de instituciones bilaterales y multilaterales, aunque también existe un pequeño flujo de financiación privada.

### **6.1. La financiación de los países en vías de desarrollo**

Los países desarrollados se han propuesto colaborar con 100.000 millones de dólares al año a partir del año 2020, por medio de una amplia gama de fuentes y de instrumentos financieros. Instituciones como Naciones Unidas, OCDE y bancos de desarrollo facilitan el acceso a la financiación a los países en desarrollo. Vamos a ver ahora cuáles son estas instituciones y cómo funcionan.

El Mecanismo Financiero de la Convención Marco sobre el Cambio Climático es el brazo financiero del Acuerdo de París, según su artículo 10. Dicho mecanismo consta de los tres instrumentos ya mencionados: el GEF, el GFC y el AF (en este último no vamos a entrar en detalle porque está más relacionado con la adaptación que con la mitigación).

El GEF es una asociación internacional creada en vísperas de la cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992) para ayudar a abordar los problemas ambientales de diversa índole a través de diferentes proyectos. El Banco Mundial actúa como fideicomisario del GEF, administrando el fondo. Hay 40 países donantes, que son los que aportan los fondos para apoyar los proyectos, además de la participación del sector privado. Durante las negociaciones entre 2010 y 2014, que corresponden al GEF-5<sup>2</sup>, se acordó el desembolso de 4.3430 millones de dólares; para la reposición del GEF-6 se acordaron 4.430 millones de dólares aportados por el fondo, mientras que en el marco del GEF-7, el fondo amplió la dotación combinada a 4.070 millones de dólares.

Desde su creación, este fondo ha participado en un total de 5120 proyectos, aportando 23.790 millones de dólares y cofinanciando un total de 124.102

---

<sup>2</sup> El GEF desde su creación divide su actuación en marcos de financiación divididos en intervalos de años, desde una fase piloto que va desde el año 1991 hasta el 1994 hasta GEF-7 que va desde el año 2018 hasta el 2022, pasando por GEF-1, GEF-2, etc.

millones, (GEF, 2021). En lo que se refiere a la mitigación, en sus primeros 25 años, el GEF ha prestado apoyo a 940 proyectos, aportando 4.200 millones de dólares y movilizándolo 38.300 millones en más de 160 países y se espera que todo esto contribuya a reducir 8.400 toneladas de  $CO_2eq$  de forma directa e indirecta a lo largo del tiempo. En todo caso, se trata de cantidades pequeñas que en más de dos décadas no llegan siquiera a la mitad de la cantidad anual comprometida en el acuerdo de París de 100.000 millones.

Entre los proyectos de mitigación en los que actúa el fondo están los siguientes:

Tabla 6.1. Proyectos del GEF

<b>Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo</b>	Programas de seguridad alimentaria en África subsahariana para mejorar la sostenibilidad en 10 millones de hectáreas, mejorar la diversidad genética un 15% y llegar a 2-3 millones de hogares, con una inversión de 116 millones de dólares llegando a 12 países africanos.  Lucha contra la desertificación con un plan que llega a 60 países y una inversión de 80 millones de dólares
<b>Eficiencia de la energía</b>	Una de las ramas más fuertes, apoyando la expansión del suministro de energías renovables y mejoras en la eficiencia energética. 115 países forman parte de estos proyectos recibiendo 1.200 millones de dólares.
<b>Sistemas urbanos sostenibles</b>	Inversión en 100 proyectos urbanos de 100 ciudades de 60 países diferentes, donando 740 millones y cofinanciando 8.739 millones del sector privado y otras fuentes.
<b>Trasferencia tecnológica</b>	Apoyo a tecnologías con potencial de transformación, innovación y adopción de tecnología de bajas emisiones, así como despliegue, transferencia de políticas e iniciativas de colaboración. Movilización de más de 300 millones para estos proyectos
Fuente: <a href="http://www.thegef.org">www.thegef.org</a> , 2021	

El GCF nace con el apoyo de 194 gobiernos para limitar y reducir las emisiones de GEI en los países en desarrollo y con el objetivo principal de financiar

proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático en dichos países emergentes y en vías de desarrollo, con contribuciones tanto públicas como privadas, a través del llamado Private Sector Facility (PSF). En el periodo 2010-2014, en una primera puesta en marcha durante la movilización de recursos iniciales (IRM) se comprometieron 10.300 millones de dólares, de los cuáles 8.300 millones se confirmaron en acuerdos de contribuciones. Tiempo después, se ha consolidado el primer acuerdo de reposición (GCF-1) donde se presentaron las promesas de contribuciones. Para este primer marco de reposición, 31 países se han comprometido por un total de 9.900 millones de dólares, cantidad superior a los 9.300 millones que se había previsto en la conferencia de París en 2014.

Tabla 6.2. Compromisos GCF-1 (en millones de dólares)

<b>País</b>	<b>Comprometi dos</b>	<b>Confirma dos</b>	<b>País</b>	<b>Comprometi dos</b>	<b>Confirma dos</b>
<b>Austria</b>	146,41	146,41	<b>Mónaco</b>	4,22	4,22
<b>Bélgica</b>	112,62	45,05	<b>Países Bajos</b>	135,15	135,15
<b>Canadá</b>	225,53	37,59	<b>Nueva Zelanda</b>	10,05	10,05
<b>Finlandia</b>	112,62	112,62	<b>Noruega</b>	417,18	417,18
<b>Francia</b>	1743,38	1324,43	<b>Polonia</b>	3	3
<b>Alemania</b>	1689,32	1689,32	<b>Portugal</b>	1,13	1,13
<b>Hungría</b>	0,7	-	<b>Rep. Corea</b>	200	200
<b>Islandia</b>	2	2	<b>Rusia</b>	10	10
<b>Irlanda</b>	18,02	18,02	<b>Eslovaquia</b>	2,25	2,25
<b>Italia</b>	337,86	337,86	<b>Eslovenia</b>	1,13	1,13
<b>Japón</b>	1500	1500	<b>España</b>	168,93	168,93
<b>Liecheste in</b>	0,11	0,11	<b>Suecia</b>	852,25	852,25
<b>Luxembu rgo</b>	45,05	45,05	<b>Suiza</b>	150	150

<b>Malta</b>	0,11	0,11	<b>Reunido</b>	1851,88	1851,88
			<b>Unido</b>		
<b>Total: 9900</b>					
Fuente: GCF					

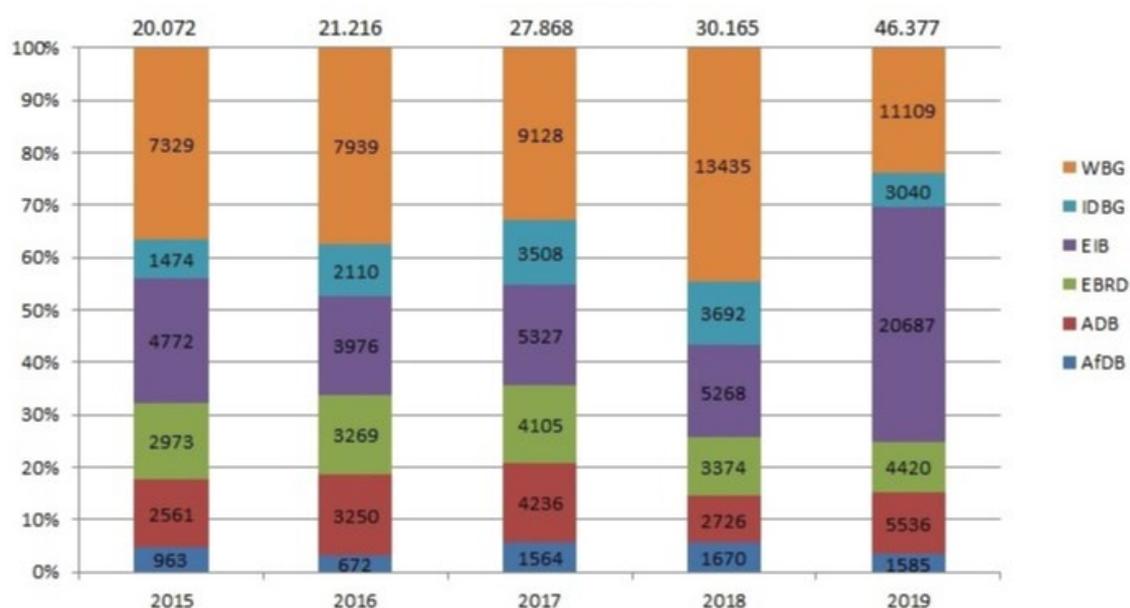
Con el objetivo de seguir ampliando las fuentes de financiación, el GCF ha creado una división, llamada Mecanismo para el Sector Privado (PSF, Private Sector Facility) dedicada a financiar y movilizar a los agentes del sector privado, incluyendo a los inversores institucionales, los patrocinadores de los proyectos y las instituciones financieras. Se promueve la inversión del sector privado con instrumentos en condiciones favorables, tales como préstamos con interés bajo a largo plazo, facilidades crediticias, inversiones en capital social y reducción de riesgos, como garantías y subvenciones. La cartera del sector privado en el GCF tiene un valor de 11.500 millones de dólares, cuenta con 34 proyectos, de los cuales 23 son de mitigación, y financia al fondo con 2.800 millones, lo que representa un 33% del total de la financiación del fondo.

En resumen, el GCF cuenta con una cartera cuyo valor es de 8.800 millones dólares y 173 proyectos. Se estima que evitan la emisión de 1.800 millones de toneladas de  $CO_2$  (GCF, 2021). Su actividad se reparte entre Europa del este (10 países), LATAM (Latinoamérica) y el Caribe (40), África (68) y Asia y los países del Océano Pacífico (72). Asimismo, los proyectos de mitigación ocupan un 64% de la financiación, con un valor nominal alrededor de 5600 millones de dólares, mientras que los de adaptación tienen un valor de 3.200 millones y representan el 36%.

Otro de los canales más importantes del flujo de financiación entre los países desarrollados y los que están en desarrollo son los bancos multilaterales de desarrollo (MDB, por sus siglas en inglés) entre los que se encuentran el Bando Mundial o World Bank Group (WBG); Banco Iberoamericano de Desarrollo (IDBG), el Banco Europeo de inversión o European Investment Bank (EIB), el Banco Europeo para la Reconstrucción y Desarrollo o el European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), el Banco de Desarrollo Africano o African Development Bank (AfBD); y el Banco Asiático de Desarrollo o Asian Development Bank (ABD). En el año 2019, estos 6 bancos de desarrollo han aportado 61.562 millones de dólares para la financiación para el clima, de los

cuales el 76% o 46.625 millones estuvieron destinados a la financiación de la mitigación y el 24% restante o 14.937 millones han sido destinados a la adaptación. Asimismo, de esos 61.562 millones, 43.719 se han aportado desde las instituciones públicas, mientras que los 17.844 restantes han sido del sector privado (Joint report on multilateral development Banks, 2019).

Gráfico 6.1. Financiación MDB para la mitigación en el periodo 2015-2019



Fuente: Joint report on multilateral development banks, 2019

A escala europea, el European Financing Partners (EFP), es una empresa creada en el 2003 a medias entre el Banco Europeo de Inversiones (EIB) y varias Instituciones de Financiación para el Desarrollo (IFD) que aportan financiación con el objetivo de fomentar el desarrollo sostenible entre el sector privado y reforzar la cooperación entre las instituciones financieras europeas de desarrollo. Desde 2004 han financiado más de 1.200 millones de dólares actuando en los países en los que el Comité de Asistencia para el Desarrollo de la OCDE. Los proyectos financiados tienen una inversión de entre 1 y 25 millones de euros en un horizonte temporal de 12 años.

A mayores, hay un sitio web independiente, Climate Fund Update (CFU), cuyo objetivo es ofrecer información y datos sobre las actividades e iniciativas diseñadas para ayudar a los países en desarrollo en la lucha contra el cambio climático. Con respecto de la mitigación, disponemos de la siguiente información:

para estos fondos, los países que más han contribuido han sido Reino Unido, Noruega y Estados Unidos, con, respectivamente, 2630,31 millones, 2444,85 y 1788,39 millones. Por otro lado, para el reparto de los fondos se diferencia entre países con ingresos altos e ingresos bajos y medios. Hay 36 países que se consideran de ingresos medios-bajos que reciben financiación: en la cabeza está

**Tabla 6.3. Fondos destinados a mitigación dentro del ámbito de actuación del CFU (en millones de dólares a diciembre de 2020)**

Fondo	Tipo de fondo	Objetivo del fondo	Compromiso	Depósito	Nº proyectos aprobados
Clean Technology Fund (CTF)	Multilateral	Mitigación- General	5404,31	5404,31	148
Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (GEEREF)	Multilateral	Mitigación- General	281,5	275,5	19
Partnership for Market Readiness	Multilateral	Mitigación- General	131,46	129,76	42
Scaling Up Renewable Energy Program (SREP)	Multilateral	Mitigación- General	765,62	765,62	64
<b>Total Mitigación general</b>			<b>6582,89</b>	<b>6575,19</b>	<b>273</b>
Amazon Fund	Multidonante nacional	Mitigación - REDD	1288,23	1288,23	108
BioCarbon Fund ISFL	Multilateral	Mitigación - REDD	349,898	219,35	5
Central African Forest Initiative (CAFI)	Multidonante regional	Mitigación - REDD	478,76	319,59	11
Congo Basin Forest Fund (CBFF)	Multidonante Regional	Mitigación - REDD	186,021	164,6525	37
Forest Carbon Partnership Facility - Readiness Fund (FCPF-RF)	Multilateral	Mitigación - REDD	466,54	466,54	46
Forest Carbon Partnership Facility - Carbon Fund (FCPF-CF)	Multilateral	Mitigación - REDD	874,5	874,5	0
Forest Investment Program (FIP)	Multilateral	Mitigación - REDD	735,86	735,86	48
UN-REDD Programme	Multilateral	Mitigación - REDD	329,04	323,94	35
<b>Total mitigación REDD</b>			<b>4708,849</b>	<b>4392,6625</b>	<b>285</b>
<b>Total</b>			<b>11291,739</b>	<b>10967,8525</b>	<b>558</b>

Fuente: Climate Funds Update, 2020

la India con 842,3 millones, seguido de Indonesia, 550 y Ucrania, 307. En el otro extremo, con 95 millones, Chile es el país que más recibe dentro de los considerados de ingresos altos. Por último, el sector privado ha contribuido en al GEEREF (Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund) con 112 millones de dólares (Climate Funds Update, 2020).

En conclusión, juntando todos los datos, se puede detectar fácilmente que todavía se está muy por debajo de los niveles de financiación necesarios (y comprometidos) para que los países en desarrollo puedan hacer frente al cambio climático a través de las políticas oportunas de mitigación y adaptación.

## 6.2. La financiación de los países desarrollados

Además, con los mecanismos descritos previamente, se están produciendo bajo el paraguas de los bonos verdes, un incremento de los mecanismos de financiación de las inversiones relacionadas con la transición energética y la lucha contra el cambio climático. En efecto, está observándose en los últimos años un aumento de las corrientes de capital hacia activos y actividades con bajas emisiones, con un gran crecimiento del mercado de bonos verdes, sostenibles y sociales (Green, Sustainable and Social Bonds, GSS). El mercado

de deuda sostenible alcanzó a finales del año 2020 1,7 billones de dólares emitidos en 10.000 instrumentos financieros desde 2006. En el año 2020, se han emitido 700.000 millones, casi el doble que el año anterior, 358.000 (Climate Bonds Initiative, 2021). Los principales instrumentos negociados en este mercado son los siguientes:

- *Bonos verdes*: instrumentos financieros que se basan en dos criterios generales para ser considerados verdes. El primero de ellos es que las ofertas deberán llevar una etiqueta verde, mientras que en segundo lugar todos los ingresos deberán verificarse de conformidad con las definiciones verdes de los bonos climáticos. Se emitieron bonos verdes en el año 2020 por valor de 290.000 millones, superando el récord anterior de 266.800. De ese valor, el 80% se originaron en los mercados desarrollados, 16% en los mercados emergentes y un 4% de entidades supranacionales. Europa emitió un 48% del total.
- *Bonos sostenibles*: Bonos cuya etiqueta describe una combinación de proyectos, actividades o gastos verdes y sociales. La emisión de bonos sostenibles se ha multiplicado por 4 en el año 2020, llegando a 160.000 millones, de los cuáles las organizaciones supranacionales son responsables del 63% de las emisiones, el mercado de países desarrollados 32% y los mercados emergentes un 5%.
- *Bonos sociales*: Son bonos cuya etiqueta está relacionada exclusivamente con temas sociales como por ejemplo la pandemia Covid-19, cuestiones de género, vivienda, etc. Representan el 18% del volumen total de los bonos GSS. Han experimentado un crecimiento muy grande en el año 2020, llegando a 249.000 millones en emisiones, 10 veces más que el año anterior. Dicho crecimiento puede tener consecuencia directa con la pandemia, ya que los bonos pandémicos representaron el 34% del total. Se considera un bono pandémico un instrumento que financie medidas de respuestas covid-19 bajo una etiqueta específica relacionado con ello.

Además, Climate Bonds Initiative (CBI) ha identificado cierto tipo de bonos denominados bonos alineados con el clima, que financian actividades o proyectos que están relacionados con el clima pero que no están etiquetados

explícitamente como bonos verdes, sostenibles o sociales. Este mercado representa aproximadamente la mitad de los bonos etiquetados como GSS, es decir, se han emitido bonos por valor de 913.000 millones de bonos no etiquetados desde sus inicios. En el año 2020, se emitieron alrededor de 110.000 millones de dólares repartidos en 420 emisores de 45 países. Asimismo, la emisión de estos bonos se divide casi por igual entre los mercados desarrollados y los emergentes, con un 1% de emisores supranacionales.

Todavía es difícil determinar cuántas de estas operaciones están realmente relacionadas con las políticas estrictas de mitigación y cuáles responden a otro tipo de estrategias (adaptación), pero resulta claro que su importancia es creciente y decisiva en el futuro.

En conclusión, juntando todos los datos, se puede detectar fácilmente que todavía se está muy por debajo de los niveles de financiación necesarios (y comprometidos) para que los países en desarrollo puedan hacer frente al cambio climático a través de las políticas oportunas de mitigación y adaptación.

## **7. A MODO DE CONCLUSIÓN**

El cambio climático es un reto al que la humanidad tiene que enfrentarse para darle una solución viable y sostenible. En este trabajo se ha tratado de presentar el problema en sus diferentes dimensiones (física, económica y política) con especial atención a la vertiente económica y a las políticas de mitigación. A estas alturas parece claro que el origen del problema está en el funcionamiento del sistema económico y que la emisión descontrolada de GEI tiene como impulsores más importantes al crecimiento económico y demográfico.

Dejando al margen las deficiencias, dificultades e incertidumbre en las cifras manejadas para estimar los costes monetarios del cambio climático, lo que parece claro es que los recursos económicos que debemos destinar a escala mundial para enfrentar el cambio climático y cumplir con los objetivos del Acuerdo de París son ingentes. Y, del mismo modo, se constata que los esfuerzos realizados para financiar las políticas de mitigación del cambio climático tanto en los países desarrollados, como las ayudas financieras para los

países en desarrollo, están, por desgracia, muy por debajo de las necesarias y de las expectativas puestas en juego.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Ackerman, F., S. De Canio, R. Howarth, and K. Sheeran ,2009. “Limitations of the integrated assessment models of climate change”. *Climate Change* 95, pp. 297–315.

Auffhammer, M. 2018. “Quantifying Economic Damages from Climate Change”. *Journal Of Economic Perspectives*, 32(4), 33-52. doi: 10.1257/jep.32.4.33

BloombergNEF, 2021. *Energy Transition Investment Trends. Tracking global investment in the low-carbon energy transition.*

<https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/Energy-Transition-Investment-Trends-Free-Summary-Jan2021.pdf>

Climate Bonds initiative, 2020. *Climate investment opportunities: climate-aligned bonds & issuers 2020*.

<https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi-climate-aligned-bonds-issuers-2020.pdf>

Climate Bonds initiative. 2020. *Sustainable debt. Global state of the market, 2020*. <https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi-sd-sotm-2020-04d.pdf>

Climate Fund Update. 2021. *El fondo verde para el clima. Información básica sobre el financiamiento para el cambio climático*. 11.

<https://us.boell.org/sites/default/files/2021-04/CFF11%20-%20ESP%202020%20-%20Digital.pdf>

Climate Funds Update. 2021. *The Global Climate Finance Architecture*.

<https://climatefundsupdate.org/wp-content/uploads/2021/03/CFF2-ENG-2020-Digital.pdf>

European Investment bank, 2019. *Joint Report on Multilateral Development Banks, 2019. Climate Finance*. <https://www.eib.org/attachments/press/1257-joint-report-on-mdbs-climate-finance-2019.pdf>

Financiación del Desarrollo (COFIDES), C. 2019. *El papel de la financiación climática en la consecución del Acuerdo de París*. *Boletín Económico De ICE*, (3109). doi: 10.32796/bice.2019.3109.6776

Gambhir, A.; Butnar, I.; Li, P.-H.; Smith, P.; Strachan, N. 2019: "A Review of Criticisms of Integrated Assessment Models and Proposed Approaches to Address These, through the Lens of BECCS", *Energies*, 12, 1747.

<https://doi.org/10.3390/en12091747>.

Green Climate Fund, 2021. *Status of Pledges and Contributions (Initial Resource Mobilization)*

[https://www.greenclimate.fund/sites/default/files/document/status-pledges-irm\\_1.pdf](https://www.greenclimate.fund/sites/default/files/document/status-pledges-irm_1.pdf)

GEF, 2019. *The GEF monitoring report, 2019*.

[https://www.thegef.org/sites/default/files/council-meeting-documents/EN\\_GEF.C.57.03\\_GEF%20Monitoring%20Report%202019\\_0.pdf](https://www.thegef.org/sites/default/files/council-meeting-documents/EN_GEF.C.57.03_GEF%20Monitoring%20Report%202019_0.pdf)

Gies, E., 2017. "The real cost of energy". *Nature*, 551(7682), S145-S147. doi: 10.1038/d41586-017-07510-3

Gillingham, K., & Stock, J., 2018. "The Cost of Reducing Greenhouse Gas Emissions". *Journal Of Economic Perspectives*, 32(4), 53-72. doi: 10.1257/jep.32.4.53

Garralaga, I y Markandya, A., 2009. "El cambio climático y su importancia socioeconómica". *Eknomiaz N°71, 2º cuatrimestre, 2009*.

Icap, 2021. *Comercio de emisiones en el mundo*.

[https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_attach&task=download&id=736](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=736)

IPCC, 2014a. *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del grupo intergubernamental de expertos del cambio climático.

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>

IPCC, 2014b. *Cambio climático 2014: mitigación del cambio climático*.

Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del grupo intergubernamental de expertos del cambio climático.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5\\_SPM\\_TS\\_Volumes-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5_SPM_TS_Volumes-1.pdf)

IPCC, 2018. *Calentamiento global de 1,5°C*.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)

IPCC, 2014c. *Cambio climático 2014, Informe de síntesis*.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)

IPCC, 2021. *The physical Science Basis*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

IRENA, 2016. *The true cost of fossil fuels: saving on the externalities of air pollution and climate change*.

Keen, S., 2020. "The appallingly bad neoclassical economics of climate change", *Globalizations*, DOI: [10.1080/14747731.2020.1807856](https://doi.org/10.1080/14747731.2020.1807856)

Keen, S., T.M. Lenton, A. Godin, D. Yilmaz, M. Grasselli, T.J. Garrett, 2021: "Economists' erroneous estimates of damages from climate change". *Proceedings of the Royal Society (in press)*.

Labandeira Villot, X., & Loureiro García, M., 2009. Apuntes sobre la investigación económica del cambio climático. *Economía Y Medio Ambiente, marzo-abril, 847*.

OECD, 2021. *Effective Carbon Rates 2021: Pricing Carbon Emissions through Taxes and Emissions Trading*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0e8e24f5-en>

OECD, 2015. *Cool policy: climate change mitigation supporting growth*

Pastor Escribano, Á., 2010. "Cómo financiar el cambio climático". *Boletín Económico De ICE, del 1 al 15 de febrero de 2010*.

PNUD, 2012. *Preparación para el financiamiento climático*. [https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP-Readiness SP 26 6HR.pdf](https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/UNDP-Readiness_SP_26_6HR.pdf)

Rosen, R., & Guenther, E., 2014. "The Economics of Mitigating Climate Change". *Challenge*, 57(4), 57-81. doi: 10.2753/0577-5132570405

Spash, C. L. 2002. *Greenhouse economics: Value and ethics*. London, UK: Routledge.

Stern, N., Santos, A. and Vilaltella, J., 2008. *El Informe Stern*. Barcelona: Paidós.

Tapia Granados, J. A., y Carpintero, O., 2013: "Economic aspects of climate change", *Journal of Crop Improvement*, 27: 6, pp. 693-734.

UN, 2021: *Nationally determined contributions under the Paris Agreement*. New York.

UNFCCC, 2019. *Achievements of the clean development mechanism 2001-2018*.

[https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC\\_CDM\\_report\\_2018.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC_CDM_report_2018.pdf)