



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA: UN ANÁLISIS SOBRE LA POLÍTICA ENERGÉTICA EUROPEA

Autor: Rodrigo Ramos Rodríguez

Tutor: Laura Gismera Tierno

MADRID | Marzo de 2023

Resumen:

La Unión Europea ha configurado una transición hacia un nuevo paradigma energético con el objetivo de cumplir sus compromisos internacionales y lograr la neutralidad de carbono para el año 2050. Este proceso conlleva una reforma estructural del modelo energético para asegurar su sostenibilidad y la transformación de numerosos sectores económicos. La reforma consiste en el progresivo reemplazo de los combustibles fósiles por energías limpias, la diversificación de fuentes, el fomento del ahorro y la eficiencia energética, así como en la seguridad energética. Durante los últimos años, se han implementado políticas y medidas para promover el uso de energías renovables. Sin embargo, este proceso no está exento de dificultades, como la falta de eficiencia de las tecnologías emergentes, que requieren más investigación para superar los obstáculos técnicos. Por ello, se evaluarán tanto los aciertos como los errores en la ejecución de este proceso. Asimismo, se analiza el impacto que han tenido la pandemia de la COVID-19 y la guerra entre Rusia y Ucrania en el grado de cumplimiento de los objetivos fijados.

Palabras clave: transición, descarbonización, tecnologías limpias, seguridad energética.

Abstract:

The European Union has shaped a transition to a new energy paradigm with the aim of meeting its international commitments and achieving carbon neutrality by 2050. This process entails a structural reform of the energy model to ensure that it is sustainable and the transformation of numerous economic sectors. The reform consists of the progressive replacement of fossil fuels with clean energy, the diversification of sources, the promotion of energy savings and efficiency, as well as energy independence. In recent years, policies and measures have been implemented to promote the use of renewable energies. However, this process is not without technical difficulties, such as the lack of efficiency of emerging technologies, which require further research to overcome their obstacles. For this reason, both the successes and the errors in the execution of this process will be evaluated. The impact of the COVID-19 pandemic and the war between Russia and Ukraine on the degree of fulfillment of the objectives set will also be analyzed.

Key words: transition, decarbonization, clean technologies, energy security.

ÍNDICE

1. Introducción	6
1.1. Justificación del trabajo	6
1.2. Objetivos	7
1.3. Metodología	8
1.4. Estructura	9
2. Contextualización	10
2.1. Conceptualización del cambio climático	10
2.2. Principales hitos del proceso hacia la sostenibilidad	13
2.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992).	14
2.2.2. Protocolo de Kioto (1997).....	15
2.2.3. Agenda 2030 y ODS (2015).....	16
2.2.4. Acuerdo de París (2015).	17
3. Modelo energético europeo	18
4. Pilares de la transición energética	22
4.1. Descarbonización de la economía	22
4.1.1. Sector eléctrico	22
4.1.2. Industrias intensivas en energía.....	23
4.1.3. Sector del transporte	26
4.1.4. Sector de la edificación	28
4.2. Diversificación de fuentes.....	29
4.3. Sustitución de combustibles fósiles por fuentes de energía renovable.....	32
4.3.1. Características de la energía renovable.....	32
4.3.2. Objetivos sobre la cuota de renovables.....	34
4.3.3. Energía renovable por sectores económicos	36
4.3.4. Apuesta por el hidrógeno verde como vector energético	37
4.4. Eficiencia y ahorro energético	39
4.5. Seguridad energética y dependencia.....	42
4.5.2. Dependencia energética de China	45
4.5.3. Gas natural licuado procedente de EE.UU. como alternativa al gas ruso	47
5. Principales retos afrontados: crisis del COVID-19 y Guerra entre Rusia y Ucrania	48
5.1. Respuesta europea a la crisis del COVID-19 Respuesta europea a la guerra entre Rusia y Ucrania	48

5.2.	Respuesta europea a la guerra entre Rusia y Ucrania.....	49
6.	<i>Otros desafíos de futuro</i>	51
6.1.	Futuro de la energía nuclear.....	51
6.2.	Riesgo de proteccionismo	53
7.	<i>Conclusiones</i>	55
8.	<i>Bibliografía</i>	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje (%) de emisiones de GEI. 2021. **p. 11.**

Gráfico 2. Índice de emisiones de gases con efecto invernadero (1990=100,0). Objetivo de la UE en 2020: índice 80. **p. 12.**

Gráfico 3. Evolución emisión de GEI y del PIB Real en la UE (1995=100).1995-2020. **p. 13.**

Gráfico 4. Evolución emisión de GEI y del PIB Real en España (1995=100).1995-2020. **p. 13.**

Gráfico 5. Consumo final de energía de la UE. Año 2021. **p. 30.**

Gráfico 6. Evolución del consumo final de energía por producto. 2012-2021. **p. 31.**

Gráfico 7. Porcentaje (%) de energías renovables en la UE. 2021. **p. 34.**

Gráfico 8. Evolución del porcentaje (%) de energías renovables en la UE y países de referencia. 2004-2021. **p. 35.**

Gráfico 9. Porcentaje (%) de energías renovables por sectores. 2004-2021. **p. 36.**

Gráfico 10. Eficiencia energética en países UE de referencia (2005=100). 1990-2021. **p. 40.**

Gráfico 11. (%) Distancia del consumo final de energía al objetivo de 2020 en la UE. 2021-2021. **p. 41.**

Gráfico 12. Tasa de dependencia de las importaciones de energía. 2010-2021. **p. 42.**

ABREVIATURAS

AIE	Agencia Internacional de la Energía
AIER	Agencia Internacional de las Energías Renovables
CBAM	<i>Carbon Border Adjustment Mechanism</i> / Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono
CCS	<i>Carbon Capture and Storage</i> / Captura y Almacenamiento de Carbono
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNUMAD	Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo
COP	Conferencia de las Partes
DEE	Directiva sobre eficiencia energética
DEEE	Directiva sobre eficiencia energética de los edificios
DFER	Directiva sobre fuentes de energía renovable
EE.UU.	Estados Unidos
GATT	<i>General Agreement on Tariffs and Trade</i> / Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
GEI	Gases de efecto invernadero
GNL	Gas natural licuado
IIDMA	Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> / Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático
IRA	<i>Inflation Reduction Act</i> / Ley de Reducción de la Inflación
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMC	Organización Mundial del Comercio
PVE	Pacto Verde Europeo
RCDE UE	Régimen de Comercio de Emisiones de la Unión Europea
UE	Unión Europea

1. Introducción

1.1. Justificación del trabajo

Durante las últimas décadas, se ha producido un aumento considerable en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Existe un amplio consenso en la comunidad científica en señalar la actividad humana como principal responsable de este incremento y del progresivo calentamiento global, que amenaza el equilibrio natural de la atmósfera. Las consecuencias adversas que se derivan de este fenómeno han puesto de manifiesto la necesidad de situar este problema en la agenda política internacional y en dar una respuesta apremiante, tal y como se expresa en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio (1992). El principal objetivo del Acuerdo de París es contener el incremento de temperatura, de manera que no alcance el umbral de 2°C y, en la medida de lo posible, reducir dicho incremento por debajo de 1,5°C. Un Acuerdo sin precedentes que pone esta cuestión en el centro de la acción política en el ámbito internacional.

Ante esta situación, la transición energética es determinante para alcanzar la neutralidad climática en el año 2050. Por ello, la política comunitaria en materia de energía se fundamenta en la necesidad de sustituir progresivamente un modelo energético basado en la prevalencia los combustibles fósiles, por otro más sostenible, en el que las energías renovables tengan una relevancia cada vez mayor.

No cabe duda de que, además, la actual crisis energética que asola el mundo y, de modo particular, a Europa, ha sido fuertemente agravada por la pandemia de la COVID-19, con las rupturas en la cadena de suministro y los cuellos de botella, y la guerra de Rusia, con la pérdida del suministro del gas importado. Esto ha originado nuevas tensiones en los mercados energéticos, los cuales ya se encontraban con anterioridad fuertemente tensionados por la escasez de la oferta y el incesante aumento de la demanda (Torres y Fernández, 2022).

Aun cuando la transición energética es imprescindible para garantizar la sostenibilidad y la eficiencia del sector de la energía, cabe preguntarse si su diseño es óptimo para la consecución de los objetivos comprometidos en los plazos establecidos. Existen todavía numerosos obstáculos técnicos que hemos de afrontar, por ejemplo, la sustitución de los combustibles fósiles por energías renovables requiere una gran capacidad de almacenamiento energético, de la cual no se dispone en la actualidad, por lo que durante este proceso no es posible prescindir por completo de las fuentes tradicionales de energía

(Gómez San Román *et al.*, 2020). En este sentido, la UE optó por fijar como principal sistema de respaldo el gas, del cual existe una considerable dependencia exterior. Según Eurostat (2022), en el año 2020, el 43% de las importaciones de gas procedía de Rusia, con las implicaciones geopolíticas que este hecho conlleva. Señala Hernández de Cos (2022) que, a pesar de que la UE ha anunciado su voluntad de reducir su grado de dependencia de Rusia, no es posible solventar este problema en el corto plazo. En vista del contexto geopolítico actual, Chomón Pérez (2022) apunta a que la UE tiene la posibilidad de enlazar la seguridad energética con las políticas de seguridad de la Alianza Atlántica, con el fin de prevenir la dependencia energética externa en naciones como Rusia, en cuanto al suministro de gas, o China, en cuanto a las energías renovables. A mayor abundamiento, esta estrategia permitiría a la UE garantizar su aprovisionamiento energético a largo plazo y minimizar su vulnerabilidad frente a eventuales interrupciones en el suministro de energía proveniente del extranjero.

Europa parece estar dispuesta a rectificar y a corregir las consecuencias negativas de su propia política. Un ejemplo sintomático de ello es la aprobación por parte del Parlamento Europeo, previa propuesta de la Comisión Europea, de la inclusión de la energía nuclear y el gas natural como fuentes de energía verde. Esta medida puede considerarse como una enmienda a la política energética europea que ha estado en desarrollo durante la última década.

El objeto de estudio de este Trabajo Fin de Grado es analizar el modelo energético actual de la UE. Para ello, se examinan los objetivos establecidos en la hoja de ruta y se procede a la identificación tanto de los aciertos como las limitaciones del proceso en curso. Este estudio también se centra en explorar algunas de las dificultades más relevantes a enfrentar en el futuro y se proponen posibles soluciones.

1.2. Objetivos

El propósito general del presente Trabajo de Fin de Grado es examinar la estrategia de la UE para la transformación del sistema energético con el fin de hacer efectivos los compromisos adquiridos para abordar la crisis climática. Este propósito puede concretarse, a su vez, en los siguientes objetivos específicos:

- (i) determinar la propuesta europea de transición hacia un modelo energético más sustentable y de baja emisión de carbono;

- (ii) evaluar el impacto de la política europea en materia energética, en términos de eficacia para alcanzar los objetivos climáticos, y su impacto en la situación económica de los Estados Miembros;
- (iii) distinguir los aciertos y deficiencias que se han producido en este proceso, así como identificar las causas que han dado lugar a la crisis energética a la que nos enfrentamos en la actualidad;
- (iv) profundizar en los retos, desafíos y oportunidades que afronta la UE en su proceso de transformación energético y proponer posibles mejoras para la optimización del proceso.

En definitiva, este trabajo se propone contribuir al debate en torno a la transición energética y a la necesidad de configurar una estrategia que permita dar respuesta a los desafíos climáticos sin que ello comprometa la estabilidad económica y financiera de la UE.

1.3. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en el epígrafe precedente, se empleará un enfoque deductivo de investigación, por lo que, en primer lugar, se partirá de una presentación detallada de las políticas e iniciativas impulsadas por la UE, que permita la configuración de un marco teórico adecuado. Posteriormente, se procede a analizar la información obtenida, con el propósito de inferir unas conclusiones y poder responder a las preguntas que se plantean *ut supra*.

Asimismo, se ha utilizado una método cualitativo, puesto que esta técnica permite presentar información relevante y actualizada, así como juicios de valor de expertos en los diferentes aspectos tratados en este ensayo.

Conviene subrayar que el tema de investigación que se aborda en el presente trabajo se distingue por su extensa cobertura temática y por su complejidad intrínseca. Por lo que resulta pertinente señalar que, dada la amplitud de alcance del objeto de investigación, se admite que el análisis presentado no puede ser exhaustivo en su totalidad.

El objeto de estudio se circunscribe a la política comunitaria en materia de energía, razón por la cual se aborda el tema desde una perspectiva que contempla el tratamiento conjunto de los Estados Miembros de la UE (27 países). No obstante, para contextualizar los datos

presentados, especialmente en las gráficas y tablas, es posible que se establezca una comparativa con países de referencia, que, en el caso de este estudio, son Alemania, Francia y España.

Para llevar a cabo esta investigación se han utilizado diversos recursos bibliográficos, tanto fuentes primarias como secundarias. En este sentido, se consultó el acervo comunitario en materia energía y se revisó la literatura académica, la cual incluye publicaciones especializadas, artículos académicos y ensayos obtenidos digitalmente a través de Dialnet, ScienceDirect y Google Académico, entre otros. También se analizaron publicaciones, sitios web oficiales de instituciones relevantes, artículos de prensa y otros informes con el fin de complementar la información obtenida.

1.4. Estructura

Este trabajo presenta la estructura siguiente:

En primer lugar, se analizan los principios y fundamentos de las políticas de sostenibilidad, los cuales han condicionado fuertemente la política energética impulsada por la UE. Se describen los logros más destacados que han marcado el avance hacia la sostenibilidad, que comprenden los principales acuerdos internacionales más relevantes hasta la aprobación del Acuerdo de París.

A continuación, se presentan las principales iniciativas propuestas por la UE para configurar el proceso de transición energética. Se describen los objetivos y metas establecidos por la UE para la reducción de emisiones de GEI y la promoción de energías renovables.

En las siguientes líneas, se examinan los pilares sobre los que se asienta la transición de forma singularizada, a saber: (i) la descarbonización de economía, (ii) la diversificación de la combinación energética, (iii) la expansión de las energías renovables, (iv) la mejora de la eficiencia y reducción del consumo energético, y (v) la seguridad en el suministro energético y la cuestión de la dependencia exterior.

Posteriormente, se evalúan las consecuencias que las crisis de la COVID-19 y la guerra de Rusia y Ucrania han producido en el proceso europeo de transición energética, así como se examinan las acciones adoptadas en respuesta a estas contingencias.

Para finalizar, se mencionan las limitaciones que han afectado la política energética, junto con los desafíos actuales y las perspectivas de futuro. Asimismo, Se discuten las posibles soluciones y oportunidades que se presentan en el contexto actual.

2. Contextualización

2.1. Conceptualización del cambio climático

La preocupación por el agotamiento de los recursos naturales y las consecuencias ecológicas que se derivan del modelo productivo se remonta al último cuarto del siglo XX, momento en el que se suceden las primeras investigaciones en el ámbito científico que alarmaron sobre el fenómeno del cambio climático. Desde entonces, se ha producido una creciente concienciación por esta cuestión, al punto de situarse en la agenda política internacional como uno de los desafíos más relevantes de nuestro tiempo.

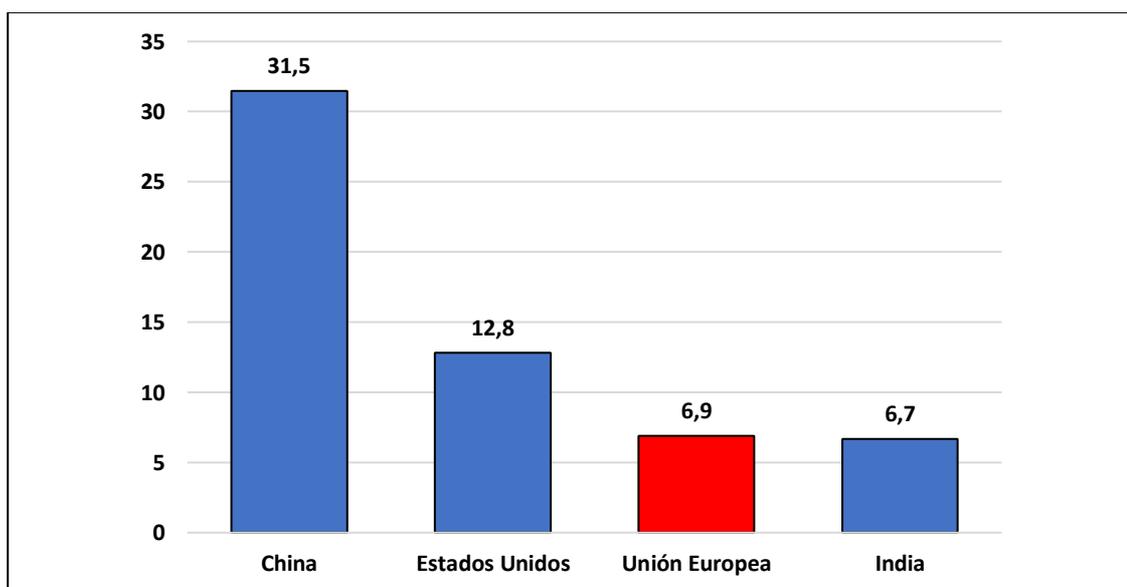
Históricamente, la alteración de la temperatura media del planeta se ha venido produciendo como consecuencia de variaciones climáticas cíclicas. Sin embargo, numerosas investigaciones científicas alertan de un nuevo fenómeno cuya causa es antropogénica: el aumento significativo de la temperatura media del planeta en el último siglo se debe al incremento del volumen de emisiones de GEI a la atmósfera provocado por la actividad humana (González Elizondo *et al.*, 2003). Según el informe del Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se estima que la temperatura global del planeta se incrementará presumiblemente entre 0,2°C y 0,5°C cada década, lo que supone un incremento de un 1°C para el año 2025 y de 3°C para el año 2100, respecto a los niveles del período preindustrial (IPCC, 1990). El mismo informe enunciaba, además, los posibles efectos derivados de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y el consecuente calentamiento global, tales como, el aumento del nivel del mar, la modificación de los ecosistemas, la extinción de numerosas especies o cambios en el patrón de precipitaciones. En cambio, también desde el ámbito científico, existe un sector de expertos que se muestra escéptico sobre la incidencia de la actividad humana en el clima; esgrimen, asimismo, que el aumento de los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera no tiene un impacto significativo en el aumento de las temperaturas y niegan la relación de causalidad entre la acción humana y las variaciones que se producen en el clima en nuestros días, manifestando que dichas fluctuaciones,

como en el resto de períodos geológicos, se produce por efecto de factores naturales (Ponce Cruz y Cantú Martínez, 2015).

No obstante, debe advertirse que este trabajo fin de grado no tiene como propósito examinar las evidencias científicas, las causas y las consecuencias del cambio climático, sino explorar los fundamentos de las políticas de sostenibilidad, en particular en lo que respecta a la política energética, que se cimentan en el reconocimiento del calentamiento global como un hecho científico comprobado.

Así, la propuesta europea de transición ecológica y energética se ha consolidado a raíz de los compromisos internacionales en materia de sostenibilidad, que constituyen un contenido mínimo imprescindible de cumplimiento. Por eso, en el siguiente apartado, se presentará de forma sucinta los principales hitos de este proceso de sensibilización sobre la cuestión medioambiental.

Gráfico 1. Porcentaje (%) de emisiones de GEI. 2021.



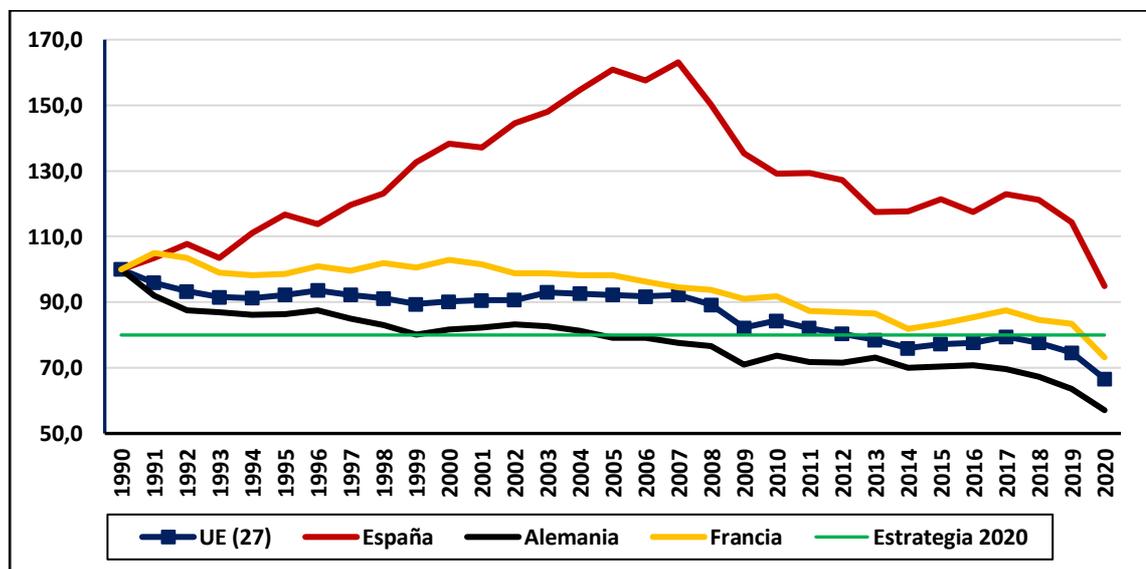
Fuente: elaboración propia con datos de la AIE (2021).

Según los datos publicados por la Agencia Internacional de Energía (AIE), los cuatro mayores emisores de GEI son China, EE.UU., la UE y la India. Conjuntamente emiten alrededor del 60% de las emisiones globales de GEI. Es preciso indicar que los datos presentados en este gráfico corresponden al total de emisiones de GEI, en términos absolutos, y no a las emisiones per cápita.

Según estos datos, China es responsable de aproximadamente un tercio de las emisiones del planeta, lo que supone una diferencia del 18,7% respecto a EE.UU., el segundo país con mayor emisión. En comparación, EE.UU. emite menos de la mitad, específicamente el 12,8% del total.

Por su parte, es cierto que la UE emite un porcentaje global ligeramente superior al de India, en concreto un 0,2% más. Sin embargo, conviene tener presente que la UE está integrada por 27 países, por lo que su porcentaje es el resultado de la contribución combinada de todos sus Estados Miembros, mientras que la India es un único país. Estos datos evidencian la importancia de desarrollar una estrategia global en la lucha contra el cambio climático, dado que la UE representa apenas el 7% de las emisiones globales de GEI. Por lo tanto, la UE no puede por sí sola contrarrestar las emisiones de otros actores contaminantes, como China, razón por la cual se requiere una cooperación internacional efectiva para abordar este reto de forma conjunta.

**Gráfico 2. Índice de emisiones de gases con efecto invernadero (1990=100,0).
Objetivo de la UE en 2020: índice 80.**

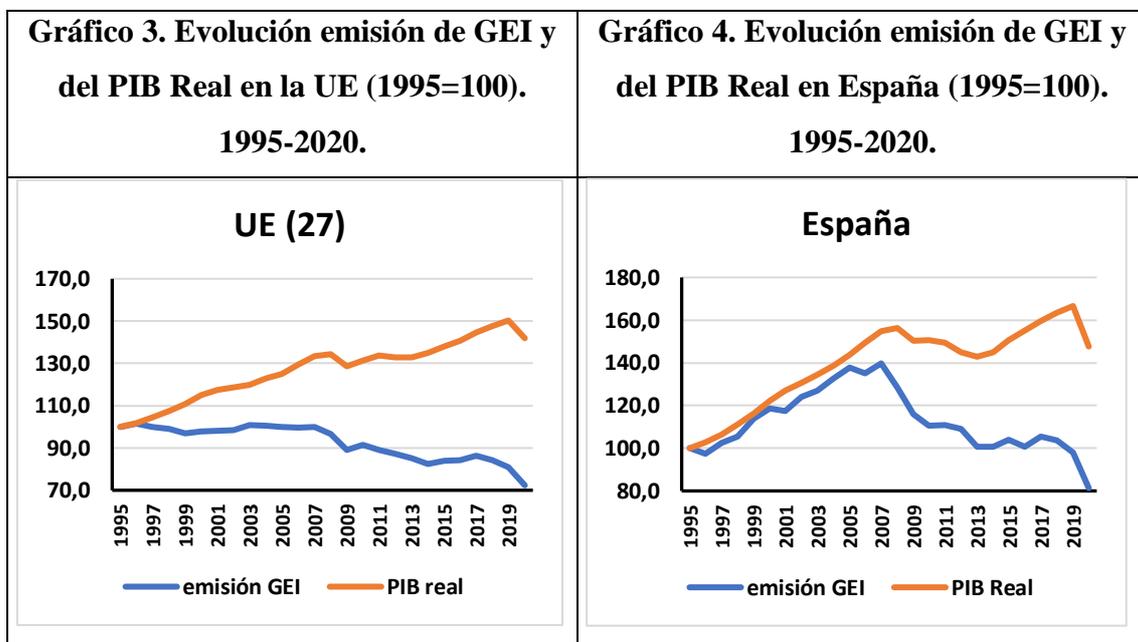


Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2021).

En el gráfico 2 se observa como el índice de emisiones de GEI no deja de crecer en el caso español durante el período económico expansivo 1995-2007. Tanto en la crisis financiera de 2008-2013 (en la que se reduce la actividad económica) como en la posterior recuperación de 2014-2019 tiene lugar un insuficiente descenso de cara

a cumplir el objetivo establecido por la Estrategia Europa 2020 (Espínola y Ramos, 2021). La UE (27), Alemania y Francia sí logran el objetivo pues reducen sus emisiones de GEI en 2020 en más del 20% respecto a las de 1990, aunque hay que tener en cuenta que en 2020 se produce una fuerte caída debido a la crisis del COVID-19.

Los gráficos 3 y 4 muestran la evolución de emisión de GEI y del PIB Real de la UE (27) y de España. En el caso español se puede ver una mayor relación entre la evolución de la economía y la emisión de GEI. En ambos casos hay reducción en la crisis de 2008 y en la de 2020, pero en la etapa anterior, 1995-2008, aumenta la emisión de GEI en período de expansión en España, pero se mantiene en la UE.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2021).

2.2. Principales hitos del proceso hacia la sostenibilidad

Según Camacho Laraña *et al.* (2013), el proceso hacia la sostenibilidad tiene su origen en la creciente preocupación por una eventual insuficiencia de recursos y la degradación ecológica, que tiene fundamentalmente dos causas: (i) un sistema económico que explota recursos naturales sin considerar la regeneración de los mismos, lo cual compromete la satisfacción de las necesidades futuras, y (ii) un modelo demográfico con una tasa de crecimiento extraordinariamente creciente.

El Club de Roma, una organización privada compuesta por científicos y académicos, encomendó al Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) un estudio sobre los límites del crecimiento. En 1972 se publican las conclusiones del informe encargado, impregnadas de un fuerte pesimismo, que preconizaban una crisis irreversible que conduciría al colapso de la humanidad. En el informe pone de manifiesto la ineludible necesidad de modificar a la mayor celeridad el sistema económico para evitar esta situación.

En ese mismo año, se celebró en Estocolmo la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano. En la Declaración de Estocolmo (1972), compuesta por 26 principios, 109 recomendaciones y otras resoluciones, se sitúa por vez primera en la agenda política internacional la necesidad de proteger el medio humano, para asegurar el bienestar y el desarrollo económico. La propia Declaración enuncia la responsabilidad ética de la generación presente respecto de las venideras que se deriva en el uso de los recursos naturales y proclama el derecho de toda persona a disfrutar, en condiciones de igualdad, de un entorno de calidad. Según Handl (2012), esta reunión permitió establecer unos criterios comunes sobre la cuestión climática, en tanto que fue la primera reunión internacional que trató este tema como un desafío colectivo, y, además, suscitó un interés creciente sobre esta materia.

En 1987, se publica el Informe de la Comisión Brundtland. En él se introduce el concepto de desarrollo sostenible o duradero, que alude a un modelo de crecimiento económico que permita satisfacer las necesidades presentes sin que se prive de lo propio a las generaciones futuras. Con esta terminología, no se trata únicamente de acuñar un nuevo concepto, sino de presentar una nueva concepción sobre cómo han de ser los modelos de desarrollo económico (Ricalde López *et al.*, 2005).

Se formula, asimismo, un reproche moral sobre las consecuencias futuras derivadas de una irresponsable gestión de los recursos de la Tierra: “Estamos tomando prestado capital del medioambiente de las futuras generaciones sin intención ni perspectivas de reembolso” (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987, p. 16).

2.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue aprobada inicialmente el 9 de mayo de 1992 en Nueva York.

En este mismo año, 1992, se celebró en Río de Janeiro la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), más conocida como «Cumbre para la Tierra de Río de Janeiro», con el objetivo de abrir un debate sobre cómo emplear de manera más eficiente los recursos de la naturaleza. Asimismo, abre a la firma la CMNUCC.

Fruto de esta Conferencia, se aprobaron dos documentos principales:

1. Declaración de Río (1992), en la que se establecen 27 principios rectores sobre sostenibilidad y solidaridad “con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación” (p. 1).
2. Agenda 21 (1992), también conocido como Programa 21, es un plan estratégico que busca dar una respuesta global al desafío de la cooperación medioambiental. La elaboración de su contenido se produjo en la negociación multilateral previa a la celebración de la Cumbre y es la expresión de un consenso internacional sobre la cuestión del desarrollo.

2.2.2. Protocolo de Kioto (1997).

Para cumplir con lo dispuesto en la CMNUCC, se convoca en 1997 una Conferencia de las Partes (COP) para dotar de fuerza vinculante a los compromisos adquiridos en Río de Janeiro. Es el resultado de una ardua negociación que sucedió a la COP 1, celebrada en Berlín.

El Protocolo de Kioto (1997) es un tratado internacional suscrito por las Partes que impone un objetivo de reducción de un 5% de las emisiones de GEI respecto del volumen de 1990 para el período 2008-2012. Se establece dicho compromiso global, pero el Anexo B singulariza el porcentaje de reducción comprometido para las Partes. En particular, cada uno de los Estados Miembros se comprometen a reducir un 8% sus emisiones.

Con la Decisión 2002/358/CE del Consejo, de 25 de abril de 2002, la Comunidad Europea aprueba el Protocolo de Kioto. Como mecanismo de flexibilidad, el artículo 17 del Protocolo determina la posibilidad de que las Partes a las que se refiere el Anexo B puedan comerciar con los derechos de emisión, de tal modo que los países que hayan sobrepasado su cuota de emisiones puedan adquirir el excedente de otro, sin que pueda comprometerse en ningún caso el objetivo global de emisiones.

Si bien tiene carácter imperativo para las Partes, su entrada en vigor se condicionó al doble requisito ratificación por, al menos, 55 países que representaran el 55% del volumen total de las emisiones en 1990. Por ello, el Protocolo no se hizo efectivo hasta que Rusia, cuya cuota de emisión era de 17,4%, ratificó el Protocolo y, en consecuencia, se verificó la condición suspensiva del tratado. Por lo que, toda vez transcurrida la *vacatio legis* prevista, entró en vigor el 16 de febrero de 2005 (Vicepresidencia Tercera y Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

2.2.3. Agenda 2030 y ODS (2015)

En el año 2015 se celebró la Asamblea General de las Naciones Unidas por la que se aprueba la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un programa estratégico que concreta unos objetivos a alcanzar en un período de 15 años. En ella se incorporan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), herederos naturales de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Los ODS están compuestos por 17 objetivos globales y 169 metas específicas, que sirven como marco de referencia para el conjunto de países de los desafíos más apremiantes que afronta la humanidad en la actualidad.

Uno de los principios que inspiran estos objetivos es la preservación de los recursos de la naturaleza mediante la promoción de un modelo de producción y consumo sostenible, que considere tanto las necesidades presentes como futuras.

Según Naciones Unidas (s.f.), 789 millones de personas no tenían acceso a los servicios de suministro eléctrico en 2018, un dato inquietante que supone un lastre para el desarrollo económico de los países menos industrializados e, indudablemente, una urgencia humanitaria.

El Objetivo 7 aborda la necesidad de garantizar el acceso al suministro energético en condiciones de asequibilidad y equidad, así como asegurar la eficiencia energética y la progresiva transición hacia un modelo energético basado en energías renovables.

Señala Gómez Gil (2017) que la falta de fuerza vinculante de los ODS y la imprecisión con relación a las consecuencias que se derivan del incumplimiento generan posiciones escépticas en numerosos sectores.

2.2.4. Acuerdo de París (2015).

En el último trimestre del año 2015 tuvo lugar la celebración de la COP 21, que finalizó con la adopción de un acuerdo internacional sin precedentes para contener el incremento de la temperatura global, del cual la UE es signatario. El Acuerdo de París (2015) declara “la necesidad de una respuesta progresiva y eficaz a la amenaza apremiante del cambio climático, sobre la base de los mejores conocimientos científicos disponibles” (p. 1). Del texto final del Acuerdo, se extraen, entre otros, los siguientes compromisos adquiridos por las partes de la CMNUCC:

- (i) Contención del incremento de la temperatura media de la Tierra para evitar que alcance 2°C, en relación con los niveles preindustriales, y, en la medida que sea posible, los Estados deberán procurar que el aumento no sea superior a 1,5°C. En el texto del Acuerdo expresa, concretamente, que el incremento ha de situarse «muy por debajo» del umbral de 2°C.
- (ii) Equilibrar las emisiones y absorciones de GEI en la segunda mitad del presente siglo, esto es, alcanzar la neutralidad de carbono.
- (iii) Los países tienen el deber de informar quinquenalmente de las acciones ejecutadas para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones. Así también, cada cinco años, a partir del 2023, se evaluará el grado de cumplimiento de los objetivos.
- (iv) Aumentar la capacidad de adaptación y moderar el riesgo de vulnerabilidad climática de los países suscritores del Acuerdo.
- (v) Todas las Partes del proceso quedan vinculadas, de acuerdo a su capacidad y circunstancias, al cumplimiento de los objetivos. Por ello, se habla de «responsabilidades comunes pero diferenciadas».

Como indica Fernández-Reyes (2016), la necesidad de refrenar el aumento de la temperatura media global y situarlo por debajo de 2°C es una reivindicación histórica que ya se planteó en la COP 15, celebrada en el año 2009 en Copenhague, y en las sucesivas Conferencias sobre el Clima; sin embargo, la importancia de la Conferencia de París radica en haber conseguido alcanzar un consenso internacional, nunca antes logrado, para mitigar los efectos adversos del cambio climático.

El Acuerdo de París ha sido calificado por muchos como un triunfo del multilateralismo, en tanto que resulta un éxito sin precedentes haber logrado alcanzar el Acuerdo por unanimidad (Chauvin, 2016). No obstante, también ha concitado numerosas críticas, que coinciden en afirmar que el consenso no puede ser considerado un fin en sí mismo, sino que ha de ser un medio para alcanzar un objetivo específico.

Sugiere Fernández-Cuesta (2016) que no existen garantías reales para lograr los compromisos adquiridos por carecer el texto final de una previsión de consecuencias en caso de incumplimiento. De igual modo, Fajardo del Castillo (2018) señala que muchas críticas del pacto se deben a su concepción como un plan escasamente ambicioso y por su carácter no vinculante, al ser formalizado a través de un instrumento de *soft law*.

Asimismo, Olabe *et al.* (2016) reivindican que el compromiso adquirido en el Acuerdo ha de traducirse en una estrategia global, con pleno involucramiento de la totalidad de los países firmantes, puesto que no puede obviarse que, en el caso en que actores de la magnitud de China o la India mantengan un modelo energético basado en la combustión del carbón, los esfuerzos realizados por el resto de países pueden resultar «anulados». En definitiva, abogan por articular un plan de actuación conjunta, a nivel internacional, que sea vinculante para todas las Partes del Acuerdo.

3. Modelo energético europeo

El sector energético se caracteriza por su elevada complejidad técnica, debido a la amplia variedad de procesos, sistemas y tecnologías que intervienen en su funcionamiento. Así, desde la producción de la energía hasta su transporte y distribución, cada etapa involucra un conjunto de especificaciones técnicas, razón por la cual la UE ha desarrollado un amplio marco regulatorio para asegurar una operación y gestión adecuada. Además, este sector se encuentra altamente condicionado por factores externos, tales como la disponibilidad de recursos, la infraestructura existente o la capacidad tecnológica disponible.

La notoria complejidad técnica del sector energético se ve agravada por el firme compromiso de la UE de alinear su regulación con los compromisos adquiridos internacionalmente para contener las emisiones de carbono. Este enfoque regulatorio reconoce la importancia crítica del sector energético en la transición hacia la neutralidad climática. Es importante destacar que el artículo 11 del TFUE establece que la UE tiene

la responsabilidad de integrar el desarrollo sostenible en sus políticas y acciones. Como resultado, Europa afronta la exigencia de establecer un modelo energético sostenible, en virtud de lo cual se ha diseñado un proceso de transición energética, que implica la progresiva sustitución de los tradicionales vectores energéticos, los combustibles fósiles, por nuevas fuentes de energía, menos contaminantes y que garanticen el suministro a largo plazo.

Como afirma Linares (2013), el fundamento de todo proceso de transición hacia un nuevo paradigma energético no es otro que el agotamiento de un recurso natural, que, en el caso actual, es el clima. La transición energética impulsada por la UE se caracteriza por abordar el proceso de descarbonización de la economía y la necesidad de optar por un modelo energético más eficiente, que permita un uso más sostenible de nuestros recursos. La política comunitaria sobre sostenibilidad se concreta en la exigencia de cumplir con los compromisos internacionales, que conforman el contenido mínimo e indispensable. En especial, los ODS y el Acuerdo de París constituyen el principal marco de referencia que orienta el contenido de la propuesta europea.

Con el fin de cumplir con los objetivos del Acuerdo de París y promover una transición hacia un sistema energético más sostenible, se aprobó el Marco 2030 de Energía y Clima, sucesor del Paquete 2020 de Energía y clima. Este marco estableció objetivos específicos, que posteriormente fueron revisados al alza, como la reducción del 40% de emisiones de gases de efecto invernadero, una cuota del 32% de energías renovables y una mejora del 32,5% en la eficiencia energética para el año 2030. Para ello, la Comisión Juncker impulsó iniciativas clave como la Directiva sobre energías renovables y el Reglamento sobre gobernanza de la Energía, cuyo elemento más relevante, según de las Heras (2020), es la preceptiva elaboración de planes nacionales en materia de energía y clima para el período 2021-2030, los cuales deberán ser sometidos a evaluación por parte de la Comisión Europea.

La Comisión Europea presentó en 2015 la Unión de la Energía, una iniciativa que persigue la creación de un mercado energético único para coordinar políticas en materia de energía y clima. Su objetivo principal es proporcionar una visión estratégica que asegure condiciones favorables, mecanismos de financiación y medidas para alcanzar la neutralidad climática (Comisión Europea, 2015a). Según un informe de la Comisión Europea (2019), la integración del mercado energético, cuya previsión se encuentra en el

artículo 194 del TFUE, deviene en un presupuesto imprescindible para enfrentar los desafíos relacionados con la seguridad del suministro, el aumento de la competitividad del sector, la digitalización y la sostenibilidad del sistema energético.

Fabra Portela (2018) sostiene que la interconexión entre los mercados energéticos de los Estados Miembros coadyuva al incremento del intercambio de las reservas de energías, lo cual favorece el aumento de participación de las fuentes de energía renovable a un coste inferior, y a la promoción de la competencia entre los operadores del mercado.

Asimismo, Europa ha expresado su voluntad de vincular el incipiente sistema energético al concepto de economía circular, el cual hace referencia a un nuevo paradigma en el modelo productivo en el que los recursos se mantienen en la economía el mayor tiempo posible para evitar la utilización excesiva de recursos y, así, aumentar la productividad y eficiencia. De este modo, se consigue reducir la generación de residuos, se sorteja la subida de los precios y se obtiene un modelo de producción más respetuoso con el medioambiente (Comisión Europea, 2015b).

En 2016, la Comisión Europea aprueba el paquete denominado «Energía limpia para todos los europeos», un nuevo enfoque regulatorio con el que Europa desea convertirse en el actor más relevante en la implementación de energías renovables. Asimismo, aborda de modo particular la cuestión de la eficiencia energética, como se especificará en el epígrafe 4.4.

Posteriormente, von der Leyen (2019), a la sazón candidata a la Presidencia de la Comisión Europea, en el documento titulado *A Union that strives for more: My agenda for Europe*, esboza los principios rectores que inspirarán la acción política de la nueva Comisión para la actual legislatura (2019-2024), entre los que se encuentra, en primer lugar, la puesta en marcha del Pacto Verde Europeo (PVE) en los primeros cien días de su mandato. Se sitúa, de este modo, como uno de los ejes prioritarios para el nuevo Ejecutivo de la UE diseñar una transición ecológica que persiga la neutralidad climática y que posicione a Europa como referente mundial en la lucha climática. En la misma línea, el Parlamento Europeo, el 28 de noviembre de 2019, aprobó una resolución que declara la «emergencia climática»; con esta alarmante terminología, el Parlamento insta a la Comisión Europea y los Estados Miembros que actúen con celeridad para frenar la amenaza del cambio climático.

Con el propósito de efectuar los compromisos alcanzados en París, la Comisión Europea aprobó en diciembre de 2019 el PVE, una ambiciosa agenda estratégica cuyo objetivo es alcanzar cero emisiones netas de GEI para la segunda mitad del presente siglo. Esta iniciativa es, asimismo, conocida comúnmente como *Green Deal*, que recuerda, no por casualidad, al plan de recuperación *New Deal* del Presidente Roosevelt para paliar los efectos de la Gran Depresión del siglo pasado (Sanahuja, 2022).

En el contexto europeo, la sostenibilidad se aborda desde una perspectiva holística, esto es, afecta directamente a todas las políticas sectoriales de la UE, especialmente a la política energética, que será examinada en detalle en este documento. El objetivo de integrar todos los ámbitos de actuación es lograr la completa transformación de la economía europea, con el fin de asegurar un crecimiento sostenible (Pérez de las Heras, 2020). En definitiva, la transición ecológica pretende impulsar un modelo de desarrollo económico sostenible, eficaz y competitivo, que haga que Europa se sitúe a la vanguardia de la economía circular.

El PVE no es una mera formulación retórica que expresa un ideal, sino que sus objetivos son jurídicamente vinculantes para todas las instituciones de la UE y los Estados Miembros. Con este propósito, el 30 de junio de 2021, se aprueba el Reglamento (UE) 2021/1119, conocido comúnmente como Ley Europea del Clima, por el que se establece un marco regulador vinculante para los Estados Miembros. Esta Ley pretende poner a disposición de los Estados Miembros los medios necesarios para garantizar una transición “eficiente en términos de costes, justa, así como socialmente equilibrada y equitativa” (p. 2). Esta Ley procura acelerar el proceso de transición. En concreto, dispone que (i) los objetivos pasan a ser imperativos, con previsión de consecuencias por incumplimiento, (ii) se eleva definitivamente el compromiso de reducir la emisión de los GEI de un 40% a un 55% para el año 2030, respecto de los niveles de 1990, y (iii) se establece un sistema de evaluación periódico para analizar el grado de cumplimiento de los objetivos por parte de la UE y los Estados Miembros. Representa, en consecuencia, el acto legislativo comunitario de referencia en materia de sostenibilidad. Ninguna actuación política puede comprometer el cumplimiento de los objetivos climáticos, por lo que deberá analizarse el impacto ambiental por cada medida que se adopte.

Para garantizar los compromisos de la transición ecológica, el paquete de medidas «Objetivo 55», o *fit for 55*, es el parámetro que ha de orientar e inspirar la legislación en

materia de sostenibilidad. Es un conjunto de iniciativas legislativas en el que se concretan la acción política de la UE en materia de sostenibilidad y energía, constituye el punto de referencia que delimita la transición hacia el objetivo de alcanzar una región climáticamente neutra en los próximos años. El paquete incorporó, entre otras, la modificación de la Directiva sobre fuentes de energía renovables y la Directiva de eficiencia energética para la actualización de los objetivos establecidos para el año 2030 (Comisión Europea, 2021).

4. Pilares de la transición energética

En el presente epígrafe se analiza detalladamente los pilares que sustentan la transición energética europea.

4.1. Descarbonización de la economía

El fin de la transición energética es reestructurar el actual modelo económico de tal forma que sea menos intensivo en carbono. Uno de los pilares de esta transición es, en consecuencia, la descarbonización, que implica la necesidad reducir la presencia de los combustibles fósiles en la matriz energética europea y adoptar fuentes de energía renovables y procesos más sostenibles. Por esta razón, la descarbonización se configura como un componente clave en el desafío climático.

A continuación, se procede a analizar de forma singularizada la descarbonización en diferentes usos energéticos:

4.1.1. Sector eléctrico

Señala Rodríguez Rodríguez (2019) que la sustitución de vectores energéticos por electricidad es la forma más económica y efectiva de acometer el proceso de descarbonización de la economía, aunque también debe considerarse la existencia de limitaciones tecnológicas que impiden la electrificación, al menos en el corto plazo, de toda actividad.

La electrificación se presenta, de este modo, como una estrategia decisiva para alcanzar la reducción de la huella de carbono en numerosos sectores energéticos. La electrificación del parque vehicular y de los sistemas de calefacción y refrigeración son ejemplos

representativos de cómo la electrificación puede desempeñar un papel fundamental en la consecución de una economía más sostenible, como se analiza *ut infra*.

Por esta razón, es de vital importancia garantizar que los procesos de producción de electricidad sean hipocarbónicos, a través de la utilización progresiva de fuentes de energía renovable y energía nuclear de fisión, que reemplace a los generadores convencionales (de Juan Fernández, 2021). Del incremento de la cuota de renovables en la generación eléctrica depende en gran medida el éxito de la descarbonización en numerosos sectores, dado su gran poder de arrastre.

Según el informe de la AIE de 2022, para alcanzar el escenario de cero emisiones netas en el año 2050, se requiere un aumento anual superior al 12% en la generación de electricidad de origen renovable durante el periodo de 2022-2030, por lo que se precisa de una aceleración en la implementación de tecnologías limpias a nivel mundial.

4.1.2. Industrias intensivas en energía

Para lograr el objetivo de la descarbonización de la economía deviene esencial la transformación estructural de los sectores intensivos en energía. Esto es así porque la UE ha concluido que las industrias de alto consumo energético, a pesar de haber logrado disminuir sus emisiones de GEI en aproximadamente un 40% desde 1990 hasta 2017, siguen representando el 85% del Régimen de Comercio de Emisiones de la UE (RCDE UE). En concreto los cuatro sectores más relevantes a estos efectos son: la fabricación de cemento, productos químicos, siderurgia (hierro y acero) y refinerías. Los cuatro representan el 70% del total de los GEI emitidos (de Bruyn *et al.*, 2020).

De acuerdo con Åhman y Nilsson (2015), hay tres estrategias principales para la descarbonización de las industrias intensivas en energía. A saber:

- (i) Reemplazo progresivo de los combustibles fósiles por biocombustibles, los cuales son más sostenibles y respetuosos con el medioambiente en los procesos de producción. Indican los autores, a modo de ejemplo, que la utilización de biomasa en la fabricación de cemento puede disminuir en un 50% las emisiones generadas durante el proceso productivo. Sin embargo, advierten que el uso excesivo de biomasa podría resultar contrario al objetivo de preservación de la biodiversidad.

- (ii) Empleo de sistemas de captura y almacenamiento de las emisiones de carbono (*CCS*, por sus siglas en inglés) en los procesos productivos, de manera que se pueda impedir la penetración de GEI en la atmósfera. El dióxido de carbono es, o bien dispuesto en almacenamientos geológicos, o bien, empleado como materia prima en nuevos procesos de producción. Es particularmente reseñable las barreras técnicas y los altos los costes de una infraestructura tecnológica eficiente asociados a esta opción.
- (iii) Electrificación del calor, es decir, la utilización de procesos electrotérmicos para producir calor a partir de fuentes renovables. Asimismo, señalan al hidrógeno producido sin carbono, comúnmente conocido como hidrógeno verde, como una posible sustitución a la combustión de fósiles.

Según la consultora McKinsey & Company (2018), existen varios desafíos técnicos que, actualmente, dificultan la eficacia de las opciones enunciadas para conseguir la reducción de las emisiones de GEI. En particular, detallan, entre otros:

- (i) El procesamiento de materias primas relacionadas con combustibles fósiles no es siempre viable, debido a que en determinados procesos productivos intensivos en carbono, como es el caso de la fabricación de cemento, sus materias primas no están relacionadas con fósiles.
- (ii) La producción a escala industrial requiere calor a temperaturas muy elevadas, y todavía no se dispone de la infraestructura tecnológica necesaria para reemplazar la forma convencional de producción por procesos electrotérmicos o mediante la combustión de hidrógeno.
- (iii) La fabricación de materiales básicos para las industrias intensivas en carbono se realiza a nivel mundial, lo que significa que los costes asociados a la adopción de procesos más sostenibles pueden situar a esos países en una desventaja competitiva.

La descarbonización de la economía implica la exigencia de internalizar en el precio de los combustibles fósiles los costes medioambientales, lo que cual incentiva las inversiones en energías renovables. Sucede, sin embargo, que este incremento puede

provocar un reemplazo de los productos europeos con una alta huella de carbono, sujetos al RCDE UE, por importaciones provenientes de países donde no existen mecanismos análogos, o incluso puede conllevar la deslocalización industrial de empresas europeas para evitar asumir estos costes adicionales. El traslado de la producción a un país carente de límites absolutos sobre las emisiones de carbono puede anular los efectos de reducción en un país con restricciones climáticas más estrictas, generando un impacto económico negativo y poniendo en riesgo la efectividad de las estrategias de descarbonización (de Bruyn *et al.*, 2020). A este efecto colateral se le denomina técnicamente como *carbon leakage* o «fuga de carbono». Para evitar esta situación, las autoridades europeas han valorado la introducción de mecanismos correctores para paliar este efecto. Sanahuja (2022) respalda la imposición de una tasa a las importaciones de carbono para no perjudicar a las empresas europeas y fomentar la adopción de medidas similares en otros países.

En este sentido, los legisladores europeos han diseñado un arancel a las importaciones europeas, denominado *Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)*, un instrumento cuyo propósito es nivelar los precios de los productos intensivos en carbono que se producen en el ámbito comunitario y fuera de él. Los importadores comunitarios deberán adquirir un certificado de carbono equivalente al coste que hubiera supuesto la producción doméstica en la UE o, en caso de que hubiesen incurrido ya en costes por emisiones de carbono en el proceso productivo, podrán deducirse dicha cantidad previamente abonada. El *CBAM* ha de ajustarse a los estándares establecidos por la Organización Mundial del Comercio (OMC) y al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (*GATT*, por sus siglas en inglés). Rivera Albarracín (2022) señala algunas de las imprecisiones de carácter técnico que se han de considerar sobre la actual configuración de este impuesto: (i) los ajustes en la frontera constituyen un mecanismo tributario diseñado para garantizar la equidad fiscal y prevenir la doble imposición en el comercio internacional. En consecuencia, implica tener en cuenta los impuestos que han gravado el bien en el país de origen al momento de calcular los impuestos que sean de aplicación en el país de destino, de forma que la carga tributaria sea equivalente a la que se impone a los productos nacionales en dicho país; (ii) la imposición fiscal a los procesos productivos no está permitida, ya que de hacerlo, se estaría incurriendo en la aplicación de un «impuesto oculto». Aparte de estas consideraciones, aboga por que esta medida se vincule, en

materia de financiación, con otros instrumentos de cooperación entre naciones para la inversión en tecnologías que permitan una reducción significativa de las emisiones de carbono.

Linares (2022) analiza las deficiencias de este instrumento, en tanto que afecta de forma negativa a las exportaciones europeas, y advierte la posibilidad de que se produzca el fenómeno conocido como *resource shuffling*, una práctica consistente en exportar productos «limpios», es decir, aquellos que internalizan el coste de las emisiones, permaneciendo los «sucios» para consumo interno. De este modo, se consigue eludir la aplicación de este mecanismo y, además, impide la reducción global de emisiones.

Al mismo tiempo, propone la creación de una figura impositiva especial a nivel europeo, lo que excluye la necesidad de ser negociada y aprobada por la OMC, sobre los materiales básicos, cuya vigencia coincida, al menos, con el ínterin hasta la definitiva implementación del arancel sobre emisiones de carbono.

Este mecanismo de ajuste comenzará a operar en octubre de 2023 con una versión simplificada, que cubrirá exclusivamente las obligaciones de información con el objetivo de recopilar datos, antes de su implantación definitiva para el año 2026 (Consejo de la UE, 2022).

Convendría, a mi juicio, que la UE analizara de forma exhaustiva el efecto que tendrá esta medida en la competitividad de la industria europea con anterioridad a su aplicación efectiva, puesto que el cumplimiento de los objetivos climáticos no debe resultar en un detrimento del equilibrio económico y financiero de las empresas de los Veintisiete.

4.1.3. Sector del transporte

La Agencia Europea de Medio Ambiente (2021) ha reportado que en el año 2018 el sector del transporte fue responsable de una cuarta parte del conjunto de emisiones de GEI en la UE. La modalidad de transporte más contaminante fue el transporte por carretera (vehículos motorizados), con un 72% de las emisiones totales del sector, mientras que el transporte ferroviario emitió sólo el 0,4%. Es importante señalar que el impacto ambiental del transporte no se limita a su contribución directa, sino que debe considerarse, entre otros, el originado en la producción de la energía empleada. La Agencia concluye que el transporte ferroviario y marítimo son las alternativas de movilidad con menor impacto ambiental, dado que registran una menor emisión de GEI por kilómetro y unidad

transportada en comparación con otros medios de transporte. Recomienda, en consecuencia, a las autoridades de los Estados Miembros que fomenten e impulsen las opciones de «movilidad sostenible» con el fin de incrementar su cuota modal.

En los últimos años, la UE ha propugnado un sistema de transporte multimodal, sostenible, seguro y eficiente. Para alcanzar el objetivo de neutralidad climática, el PVE establece la urgente necesidad de reducir en un 90% las emisiones del sector del transporte, con respecto a los niveles de referencia correspondientes a 1990. Para ello, se pretende transferir una porción significativa de las opciones de movilidad más intensivas en carbono a las menos. De hecho, ya la Comisión Europea (2011) en el Libro Blanco del Transporte «Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible», en el que la UE se propuso como objetivo, entre otros, la disminución en un 50% de automóviles de propulsión convencional en el transporte urbano para el año 2030 y su supresión para el año 2050 o también, por ejemplo, la transferencia de un 50% del transporte de mercancías por carretera a otras opciones con menor impacto ambiental.

La electrificación del transporte es fundamental para la descarbonización. Así, los vehículos eléctricos utilizan baterías recargables, en lugar de emplear combustibles fósiles para propulsarse. De Juan Fernández (2021) apunta a diversas investigaciones científicas encaminadas a solventar importantes resistencias técnicas en la electrificación del transporte. Entre ellos, se encuentra el desarrollo de baterías de estado sólido, una tecnología emergente que podría representar una solución para la transición hacia vehículos eléctricos de mayor tamaño, tales como camiones o autobuses. Asimismo, señala la posibilidad de utilizar la combustión de hidrógeno como una alternativa para la propulsión de aviones, lo que significaría una importante contribución para reducir la huella de carbono en la industria aérea. En este sentido, la investigación y el desarrollo de tecnologías innovadoras se perfilan como aspectos clave para abordar los desafíos actuales que enfrenta la electrificación del transporte.

El Parlamento Europeo ha adoptado recientemente una normativa que prohíbe la comercialización de automóviles que utilicen motores de gasolina, diésel o híbridos a partir del año 2035. Sin duda, esta decisión tendrá un impacto significativo en la industria de la automoción, uno de los sectores económicos más relevantes de Europa, afectando

negativamente a la competitividad y a la situación del empleo en las empresas fabricantes¹.

Se podría considerar que la prohibición de venta de vehículos con motores de combustión interna es una intervención inapropiada en términos de competitividad para la industria europea, que ya de por sí afrontaba grandes desafíos en el actual contexto internacional, y que repercutirá negativamente en la situación del empleo en el sector. Además, esta medida podría desalentar por completo la mejora de la eficiencia de estos vehículos en los próximos doce años, lo cual puede afectar también a los objetivos de reducción de emisiones.

4.1.4. Sector de la edificación

El sector de la edificación es de suma relevancia en el proceso de descarbonización, puesto que la construcción de edificios es una de las actividades humanas que más contribuyen a la emisión de GEI. Aunque, por lo general, sólo se considera la fase de construcción, se ha evidenciado que también es de importancia capital tomar en consideración el impacto que se genera durante el ciclo de vida completo del parque inmobiliario, incluyendo la fase de uso, que representa el 80% de las emisiones, así como su demolición. Otro aspecto especialmente reseñable es que se ha estimado que cerca del 40% de las emisiones de carbono relacionadas con edificios se asocia a los materiales utilizados en su construcción, los cuales no suelen ser tomados en cuenta en las evaluaciones. Esto significa que, para reducir significativamente las emisiones derivadas de la construcción, es crucial que se preste particular atención a los materiales que se utilizan en el sector de la edificación, que deberán ser materiales con una baja huella de carbono o que puedan ser reciclados al final de su vida útil (Huerta y Segovia, 2020).

La Directiva 2010/31/UE, relativa a la eficiencia energética de los edificios (DEEE), y la Directiva 2012/27/UE de eficiencia energética (DEE) constituyen el marco jurídico de referencia en el ámbito comunitario para la descarbonización en el sector de la edificación. Los Estados Miembros son responsables de asegurar la evaluación del consumo de energía de los edificios ya existentes a través de certificados en los que se

¹ Las consecuencias de esta medida no se han hecho esperar. Por ejemplo, tras la adopción de esta decisión, se ha dado a conocer que la compañía Ford prevé eliminar cerca de 3.800 empleos en Europa, lo que representa un recorte de un 40% en la plantilla de trabajadores de los equipos de desarrollo de productos en el continente europeo (Campbell, 2023).

incluyan sugerencias para optimizar la eficiencia energética, especialmente en lo relativo a los sistemas de climatización, calefacción y refrigeración, y el cumplimiento de los requisitos mínimos de eficiencia energética. A partir de 2021, todos los edificios de nueva construcción de la UE deberán ser de consumo «casi nulo».

La transformación del sector de la edificación se circunscribe, asimismo, al Plan de Acción para la Economía Circular (2020). Este programa aborda diversas cuestiones en materia de edificación tales como incrementar el ciclo de vida de los productos empleados en la construcción, rehabilitar terrenos abandonados o establecer determinados requisitos de reciclado, siempre que no afecte a la seguridad, en los productos utilizados. Busca promover un enfoque más sostenible y responsable en la construcción, fomentando la reducción de residuos y la recuperación de materiales para reducir el impacto ambiental. El paquete de medidas «Oleada de renovación» o *Renovation Wave* (COM/2020/662 final), que desarrolla las medidas planteadas en el paquete «Energía limpia para todos los europeos», tiene como objetivo mejorar la eficiencia energética de los edificios mediante el aumento de las tasas de renovación energética al doble en la próxima década. Se espera que la implementación de medidas de rehabilitación resulte en un ahorro significativo de energía, reduciendo los costes de los suministros energéticos y, en consecuencia, contribuya a la mitigación de la problemática de la pobreza energética. Con el fin de asegurar la financiación de estas inversiones, se han considerado medidas de apoyo financiero e iniciativas de colaboración de los diferentes agentes del sector para impulsar nuevas inversiones.

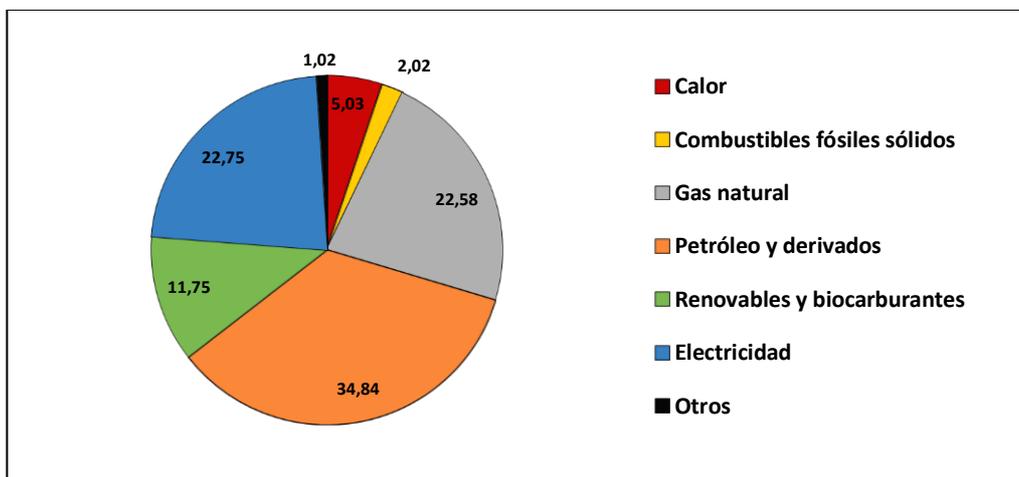
En cuanto a los sistemas de calefacción y refrigeración de los hogares, las bombas de calor son sistemas altamente eficientes que emplean electricidad para su funcionamiento y pueden ser una alternativa sostenible a las calderas de gas y sistemas de aire acondicionado convencionales. Asimismo, este sistema permite un ahorro de hasta cinco veces en el consumo energético primario (de Juan Fernández, 2021).

4.2. Diversificación de fuentes

En el presente apartado se procede a analizar la combinación de fuentes de energía utilizadas por Europa para la satisfacción de sus necesidades energéticas. En el caso europeo, a diferencia de otras regiones, el *mix* energético se encuentra ampliamente

diversificado, dado que cuenta con una porción significativa de fuentes de energía renovable, aunque persiste una alta dependencia en los combustibles fósiles.

Gráfico 5. Consumo final de energía de la UE. Año 2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

Para la representación del *mix* energético, se ha considerado la proporción de energía que se deriva de cada fuente empleada en el consumo final de energía en hogares, industrias y transporte, entre otros. Tal y como se puede observar en este gráfico de sectores, se constata una preponderancia de los combustibles fósiles en la estructura energética de la UE. Con una participación del 34,84%, el petróleo es la fuente de energía más empleada en la UE, es decir, representa más de un tercio del consumo total de energía en 2021. Este recurso energético es utilizado principalmente en el transporte, en procesos industriales y en los sistemas de calefacción y refrigeración.

El gas natural es altamente flexible en su uso, lo que lo convierte en una de las opciones viables más relevantes para diversas aplicaciones. En 2021, representó el 22,75% en el consumo final de energía.

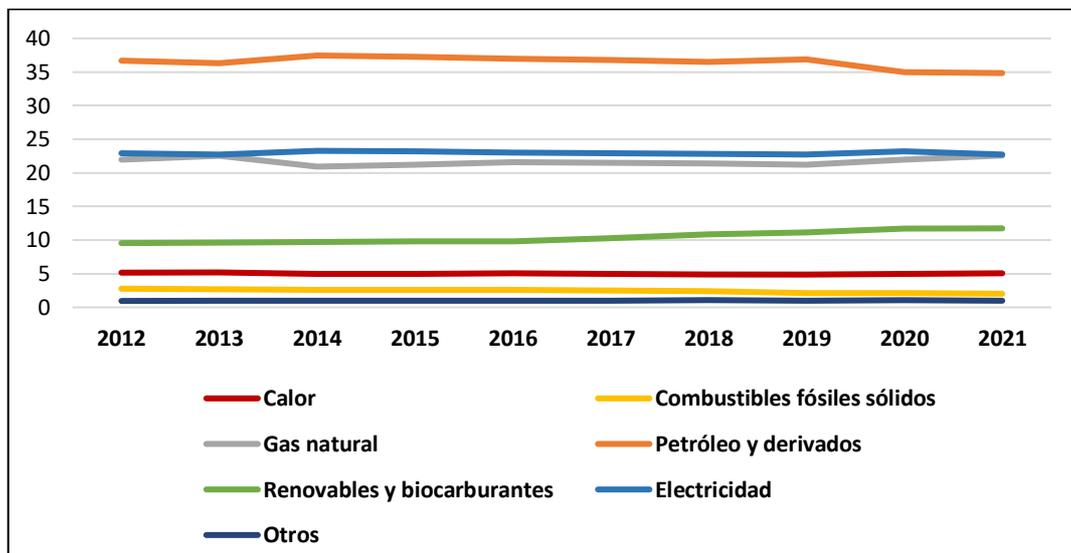
La energía renovable, compuesta por una multiplicidad de fuentes, tales como la eólica, solar, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa, representa el 11,75% del consumo total, siendo la tercera fuente de energía primaria más utilizada.

En cuanto a la electricidad y el calor, es pertinente señalar que ambas tienen la consideración de fuentes de energía secundarias, esto es, no surgen directamente de los

recursos naturales, sino que se obtiene mediante la conversión de otras formas de energía. Según el informe anual de Ember (2022) sobre el sector eléctrico en la UE, en 2021, la producción eléctrica de la UE se distribuyó en un 37% de fuentes renovables, un 26% de energía nuclear y un 37% de combustibles fósiles, esto es, un porcentaje de un 2% inferior a la tasa de 2019, donde el gas fósil representó el 18% del total de la generación, mientras que el carbón produjo el 15%.

Por último, los recursos energéticos derivados de la materia orgánica fosilizada, entre los cuales sobresale el carbón, aunque también se encuentran otros sólidos como el lignito y la turba, tienen una participación mínima en la composición de fuentes energéticas empleadas en la UE. Concretamente, representan un 2,02% del consumo energético.

Gráfico 6. Evolución del consumo final de energía por producto. 2012-2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

El gráfico 6 ilustra la evolución del consumo final de energía en el ámbito comunitario, mostrando la composición de la matriz energética con sus distintas fuentes de energía. Durante el período 2012-2021, se ha observado un aumento en el consumo de energías renovables, lo que indica una tendencia positiva hacia la adopción de tecnologías y prácticas más sostenibles, derivados de la inversión en proyectos de energía renovable. Por otro lado, el consumo de petróleo y de combustibles fósiles sólidos presenta una retraimiento moderado, lo que implica una reducción de la dependencia de estas fuentes. A pesar de esto, podemos apreciar que el consumo de gas natural no se ha visto reducido.

En consecuencia, estas fuentes todavía representan cerca de dos tercios del consumo final de energía. En definitiva, el gráfico sugiere que, aunque los cambios sean relativos, la economía está en transición hacia prácticas más sostenibles y respetuosas con el medioambiente.

4.3. Sustitución de combustibles fósiles por fuentes de energía renovable

4.3.1. Características de la energía renovable

Conceptualmente, las energías renovables son aquellas fuentes que se caracterizan por la utilización de recursos naturales con capacidad ilimitada de regeneración, pero, a su vez, limitadas en cuanto a su disponibilidad espacial y temporal (Timmons *et al.*, 2014). Téngase en cuenta que esta limitación dimana de la naturaleza intermitente de los recursos naturales renovables, puesto que la producción de energía depende de diversos factores ambientales, como, por ejemplo, el momento del día o la estación del año.

La mayoría de las fuentes de energía renovable provienen del sol, ya sea directamente, en forma de energía solar, o indirectamente, a través de la energía eólica, hidráulica o biomasa, entre otros; a este respecto, son excepciones la energía geotérmica, originada por el calor interno de la Tierra, y la energía mareomotriz, causado por la fuerza gravitacional que ejerce la Luna sobre las olas oceánicas (Badii *et al.*, 2016).

A diferencia de los combustibles fósiles, cuyas reservas son limitadas y precisan de largos años para su regeneración, estas fuentes de energía pueden satisfacer la demanda mundial de energía a largo plazo y de una forma más sostenible, debido al reducido volumen de GEI que emiten. Sin duda, estas características hacen de las energías renovables un pilar esencial para la configuración del futuro sistema energético. Sostiene Santamarta (2004) que la necesidad de introducir un mayor peso de fuentes renovables en nuestro modelo energético no se fundamenta en el inminente agotamiento de los combustibles fósiles, cuyo suministro se encuentra garantizado, al menos, en el corto plazo, sino en dar respuesta a la imperiosa necesidad de solventar la actual crisis medioambiental.

No obstante, cabe señalar que las fuentes de energía renovable, como la solar o eólica, presentan ciertas limitaciones que deben ser consideradas con atención, como la discontinuidad e imprevisibilidad en la generación de energía, que causan «huecos» de producción. Para garantizar el suministro ininterrumpido, se requiere la implementación de sistemas de almacenamiento energético de alta complejidad técnica (Escobar Mejía y

Holguín Londoño, 2011). Sin embargo, la limitada capacidad de almacenamiento energético desarrollada en la actualidad sólo permite reducir la volatilidad de la producción en el corto plazo, por lo que resulta imprescindible tener que disponer de fuentes de energía de respaldo, especialmente el gas, que seguirá desempeñando un papel decisivo para garantizar el suministro regular de energía (Gómez San Román *et al.*, 2020). La inconstancia en la producción energética a partir de fuentes renovables puede provocar un desajuste en el equilibrio entre la oferta y la demanda, lo que compromete la seguridad y la estabilidad del suministro.

No debe obviarse tampoco el impacto ambiental asociado al despliegue a gran escala de energías renovables. Aunque el Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA) reconoce su importancia decisiva en la reducción de GEI, enfatiza la necesidad de proteger las tierras agrícolas de las consecuencias adversas que se derivan del despliegue masivo de tecnologías verdes. El mismo Instituto, de acuerdo con Gasparatos *et al.* (2017), subraya algunos de los efectos más significativos que pueden tener en la biodiversidad, tales como la alteración del hábitat como consecuencia de la instalación de grandes extensiones de paneles solares fotovoltaicos, la colisión de aves rapaces con los generadores de viento en instalaciones eólicas en tierra y otros efectos similares en instalaciones eólicas en alta mar (IIDMA, 2021).

La implementación estratégica de las tecnologías renovables requiere un análisis de su madurez, por lo que se ha de evaluar de manera exhaustiva multitud de factores como el coste, la disponibilidad en el mercado, la capacidad de producción o el impacto que tendrá presumiblemente en los precios. Esta es la lección aprendida de las primeras experiencias europeas. Siguiendo a Rodríguez Rodríguez (2019), los países que lideraron la implementación de energías renovables en la generación de electricidad, entre los que se encontraba España, hubieron de asumir una estructura de costes más elevada en comparación con las tecnologías convencionales en la década de los 2000. Esto resultó en importantes desajustes económicos que conllevaron la traslación de dichos costes adicionales en el precio final de la electricidad. No obstante, afirma que a medida que la tecnología de las renovables ha evolucionado y se han construido plantas de generación a mayor escala, se ha logrado reducir significativamente los costes medios, de manera que actualmente pueden llegar a ser inferiores a los de los combustibles fósiles. Pronostica, además, que esta tendencia de mejora de la competitividad es la que marcará

el futuro más cercano de la generación eléctrica en la UE, ya que se espera que la mayor parte de la capacidad de producción provenga de fuentes de bajas emisiones.

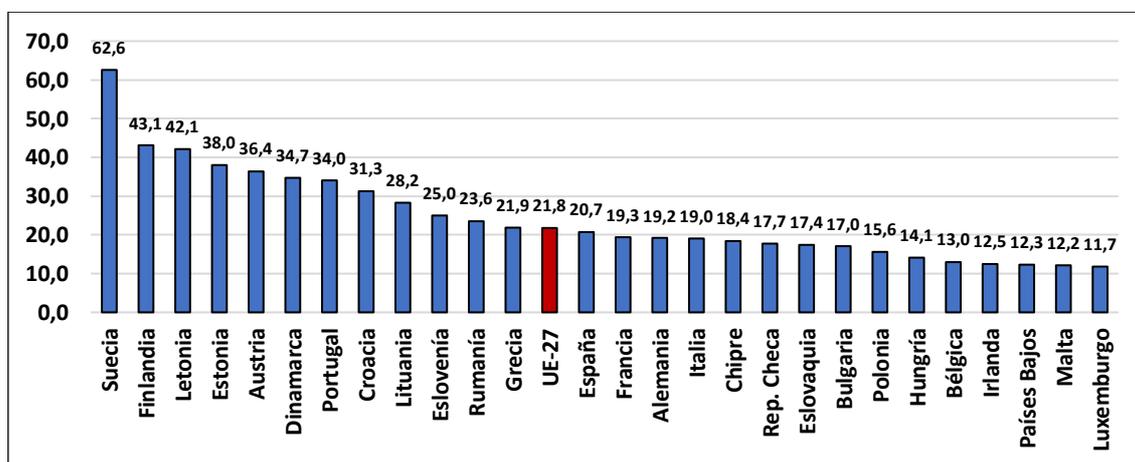
4.3.2. Objetivos sobre la cuota de renovables

La Directiva sobre fuentes de energía renovable (DFER) fijaba como objetivos para el año 2020 que, al menos, un 20% del consumo energético europeo proviniese de fuentes renovables y que el consumo para el transporte en los Estados Miembros alcanzase una cuota del 10%.

En 2018, se actualizó la Directiva con el fin de incrementar el peso de las energías renovables en el matriz energética de los Estados Miembros y con vistas a mejorar la eficiencia energética en la Unión. La actualización se propuso alcanzar objetivos más ambiciosos para el año 2030. Concretamente, el paquete «Energía limpia para todos los europeos» preveía alcanzar una cuota de un 32%, en la participación de las energías renovables en el sector energético, aumentada posteriormente al 40% por el *fit for 55* y, ulteriormente, modificada de nuevo al 45% por el *RePower EU*.

El objetivo para la mejora de la eficiencia energética se sitúa en un 32,5% para 2030.

Gráfico 7. Porcentaje (%) de energías renovables en la UE. 2021.

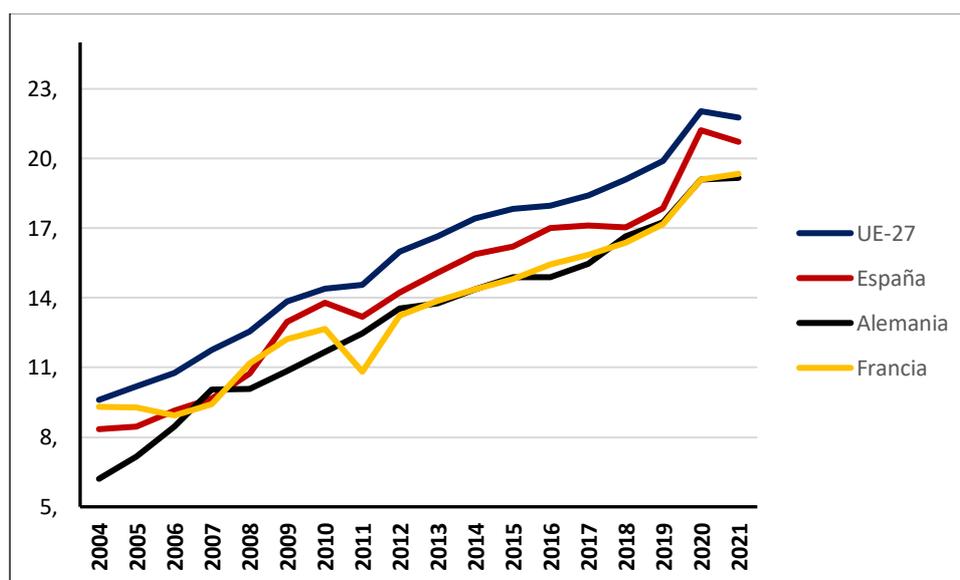


Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

El gráfico muestra la disparidad en los porcentajes de energías renovables en el año 2021 entre los países que conforman la UE. Así, por ejemplo, Suecia supera ya ampliamente al nuevo objetivo de la UE de alcanzar conjuntamente una cuota del 45% de renovables del consumo final de energía, lo que posiciona a este país a la vanguardia en la reducción de

su dependencia en los combustibles fósiles. Otros países como Finlandia y Letonia han realizado esfuerzos significativos para promover las renovables, de hecho, se encuentran cerca de alcanzar el objetivo para 2030, habiendo alcanzado ya una cuota superior al 40%. En contraposición, otros países como Luxemburgo, Malta o Países Bajos se destacan por tener un porcentaje muy inferior a la media europea, en específico no alcanzan siquiera el 15%. Adviértase, pues, que la diferencia entre el país que lidera la implantación de tecnologías limpias, Suecia, y el país que se encuentra más rezagado, Luxemburgo, hay una diferencia de más de 50 puntos porcentuales. Una diferencia nada desdeñable que pone de manifiesto la disparidad de fuentes que conforman la cesta energética de cada Estado Miembro y la asimetría en el grado de ejecución del proceso de transición.

Gráfico 8. Evolución del porcentaje (%) de energías renovables en la UE y países de referencia. 2004-2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

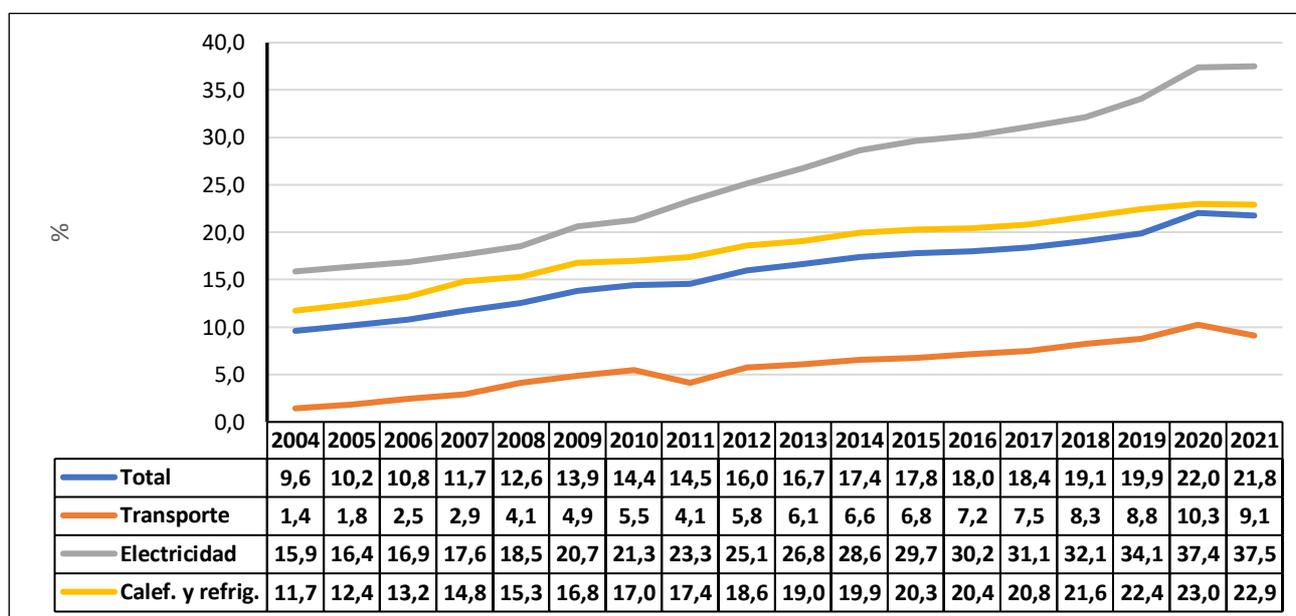
Puede apreciarse una tendencia al alza en la incorporación de energías renovables en el consumo energético de la UE en el período señalado. Así pues, en 2004, las fuentes de energía renovable representaban un 9,6% del consumo energético total de la UE, mientras que en 2021 esa cifra ha aumentado hasta aproximadamente un 22%. Esto es, una diferencia de más de doce puntos porcentuales. Conviene precisar que, aunque la UE ha

experimentado un crecimiento continuo en su conjunto, algunos países han experimentado una evolución más destacada que otros.

En cuanto a los países de referencia de este trabajo, España, Alemania y Francia, tienen una cuota de renovables que se sitúa ligeramente por debajo de la media europea. De estos países, Alemania ha experimentado un mayor crecimiento en la utilización de renovables, pasando del 6,2% en 2004 al 19,2% en 2021. España, por su parte, consiguió alcanzar en 2020 el umbral del 20%. En términos relativos, la tasa de crecimiento de Francia ha sido más moderada.

4.3.3. Energía renovable por sectores económicos

Gráfico 9. Porcentaje (%) de energías renovables por sectores. 2004-2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

Si consideramos la cuota de renovables del conjunto de la UE, podemos notar que se ha logrado cumplir con el objetivo de alcanzar el umbral del 20% para el año 2020. Un aumento sustancial que encuentra causa, entre otros, en la introducción de energías renovables en la electricidad y en los sistemas de climatización (calor y frío) del sector residencial.

El gráfico evidencia que el sector eléctrico ha logrado una notable integración de fuentes de energía renovable, lo que lo posiciona como uno de los sectores más descarbonizados.

En efecto, se aprecia que la porción de renovables en el sector eléctrico se sitúa en el 37,5%, lo que equivale a un incremento sustancial del 21,6% respecto al año 2004.

Asimismo, en los sistemas de calefacción y refrigeración se ha registrado un aumento considerable en la participación de fuentes de energía renovable, que casi se ha duplicado desde el año 2004 hasta el 2020.

En lo que respecta al sector del transporte, se observa un aumento más contenido en comparación con el resto de sectores: sin embargo, es particularmente remarcable el cumplimiento del objetivo establecido de alcanzar una cuota del 10% de renovables para el 2020.

Es posible reemplazar las calderas de gas natural en el calentamiento de espacios residenciales y comerciales con la combinación de la energía y el calor solar con bombas de calor. Además, la energía solar puede ser una alternativa efectiva al consumo de gas natural en procesos industriales.

4.3.4. Apuesta por el hidrógeno verde como vector energético

Una de las principales apuestas de la UE para lograr un modelo económico hipocarbónico consiste en el uso del hidrógeno verde o renovable. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energías Renovables (AIER), el hidrógeno no es *per se* una fuente de energía, sino un vector energético, que es producido a partir de un proceso químico. Debe señalarse que el hidrógeno ha sido utilizado en procesos productivos de industrias intensivas en energía desde hace décadas, principalmente mediante la combustión de hidrocarburos. En cambio, cuando nos referimos a hidrógeno verde, nos estamos refiriendo a aquel que se produce a partir de fuentes de energía renovables, en particular la energía fotovoltaica y eólica, como consecuencia de un proceso de electrólisis, consistente en la ruptura de moléculas de agua (H₂O) para liberar hidrógeno. El hidrógeno obtenido puede ser almacenado y tiene la capacidad de transportar una gran cantidad de electricidad, lo que lo convierte en una alternativa efectiva para descarbonizar sectores que presentan dificultades para hacerlo (AIER, 2018).

A pesar de que la industria del hidrógeno renovable se encuentra en un estadio incipiente y aún precisa de mejoras técnicas en términos de eficiencia, reducción de costes y conversión de energía, Europa ha respaldado las iniciativas dirigidas a desarrollar este vector. Esto es así porque el almacenamiento de hidrógeno se presenta como una solución

efectiva para enfrentar el inconveniente del escaso almacenamiento de energía renovable a gran escala, lo que puede tener un impacto positivo en la rentabilidad de estas fuentes de energía (López Antoranz, 2021).

Sin embargo, es cierto que el proceso de producción, almacenamiento y uso del hidrógeno verde cuenta con ciertas limitaciones. Sadik Zada (2021) destaca que la obtención de hidrógeno renovable es mucho más costosa que la producción de hidrógeno «azul», que se produce a partir de hidrocarburos fósiles con la captura y almacenamiento de dióxido de carbono. Los principales costes en la producción de hidrógeno verde están relacionados con la energía renovable necesaria para alimentar el electrolizador. Además, la falta de infraestructura de tuberías adecuada para su distribución es un problema sustantivo. Si bien, es viable la transformación de los gasoductos existentes en Europa para mejorar la competitividad de los sistemas de energía basados en hidrógeno. Otro factor a considerar es el desperdicio de una cantidad considerable de energía a lo largo de la cadena de producción del hidrógeno, especialmente en la fase de electrólisis, donde se pierde un tercio de la energía utilizada debido a problemas técnicos.

Una demostración evidente de que la Unión está comprometida de manera resuelta con la promoción de la economía del hidrógeno verde es el respaldo otorgado al proyecto H2Med.

En un principio se presentó el proyecto MidCat, un gasoducto que conectaría la península ibérica con Francia a través de los Pirineos para suministrar gas natural a Europa y reducir su dependencia de Rusia. Sin embargo, este proyecto fue descartado debido a sus implicaciones ambientales. En su lugar, se decidió la construcción de un corredor de energía verde que iría desde Barcelona hasta Marsella. Ahora, este proyecto se ha ampliado para incluir una conexión adicional entre España y Portugal, y se ha convertido en el proyecto H2Med, una de las iniciativas de inversión en infraestructura más grande y costosa de Europa de las últimas décadas (Montes y López, 2022). España, Portugal, Francia y, después también, Alemania han acordado esta importante iniciativa que busca acelerar la transición hacia la economía del hidrógeno verde y, en palabras de la presidenta de la Comisión Europea, convertir la península ibérica en uno de los principales *hubs* de esta tecnología en Europa (España, Portugal y Francia ponen en marcha el H2Med para abastecer de hidrógeno verde a Europa, 2022).

Este proyecto encara, desde mi punto de vista, las siguientes limitaciones: (i) el corredor, con un coste superior a los 2,5 mil millones de euros sólo en el tramo Barcelona-Marsella, no estará plenamente operativo hasta 2030, luego no es capaz de dar respuesta a la actual crisis energética como consecuencia del cese de las importaciones de gas ruso; (ii) el hecho de que el corredor sea eventualmente empleado para transportar gas natural genera tensiones entre los distintos países; (iii) Francia apuesta también por el transporte del hidrógeno «rosa», producido por energía nuclear, y aboga por su inclusión como un vector descarbonizado, mientras que otros países muestran reticencias; y (iv) debe considerarse la ineficiencia de esta tecnología emergente, como consecuencia de sus limitaciones de tipo técnico.

4.4. Eficiencia y ahorro energético

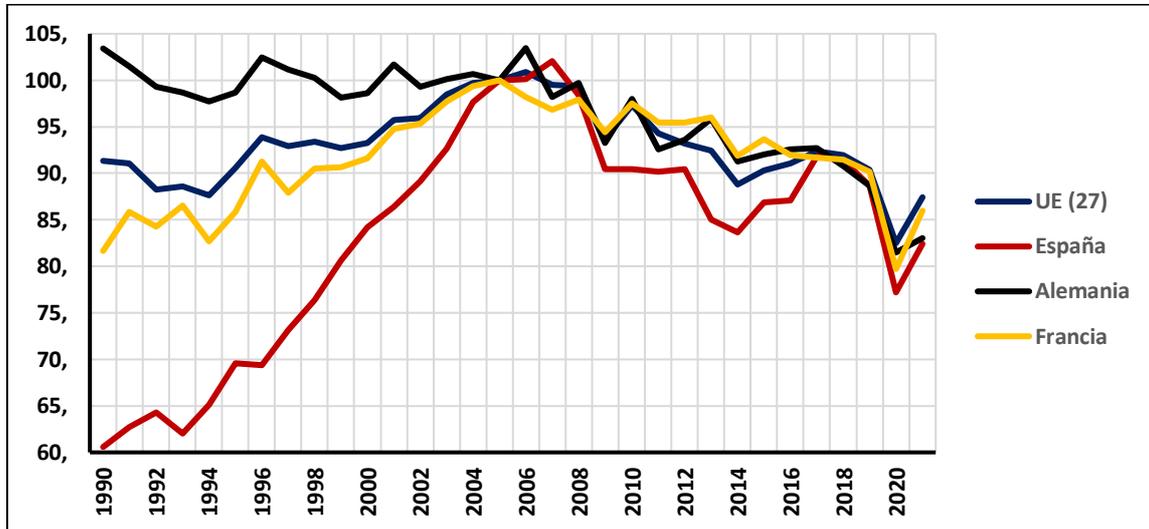
La eficiencia y el ahorro energético son dos conceptos indispensables para la transición hacia un modelo de energía más sostenible. Urge, en consecuencia, dar una respuesta que permita garantizar la satisfacción de la demanda energética presente y futura, y ésta sólo puede configurarse de dos formas: mediante la introducción de nuevas fuentes de energía con emisiones de GEI reducidas o la implementación de medidas que favorezcan la eficiencia y el ahorro en el consumo energético.

No existe entre ellas una relación de alternatividad, no son opciones excluyentes. Por el contrario, la solución óptima a esta crisis pasa por una combinación de ambas.

La eficiencia energética es un concepto que, en sentido estricto, alude a la relación entre producción y consumo de energía. Fernández Gómez (2021) se refiere a la eficiencia energética como el «primer combustible» de la transición energética y lo define desde una triple dimensión: (i) técnicamente, es la proporción que relaciona insumos energéticos y los productos generados tras un proceso productivo; (ii) económicamente, consiste en el uso de la energía de tal forma que se maximice el beneficio; y (iii) desde una perspectiva más general, no puede obviarse su relevante incidencia en la mitigación de las emisiones de GEI.

Por su parte, el ahorro energético se encuentra estrechamente vinculado con la seguridad energética, al tener un efecto directo en las importaciones de energía. Fabra Portela (2018) apunta que, según estimaciones de la propia Comisión Europea, un ahorro energético de 1% podría reducir en un 2,6% las importaciones de gas.

Gráfico 10. Eficiencia energética en países UE de referencia (2005=100). 1990-2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

El gráfico representa la variación porcentual del consumo final de energía en la UE y los países de referencia desde 1990 hasta 2021, tomando como año base el 2005 (que equivale al 100%).

A lo largo de este período de más de treinta años, se observa una tendencia general donde el consumo final de energía en la UE se relaciona estrechamente con el ciclo económico. Así las cosas, durante la etapa de expansión económica entre 1990 y 2005, se registró un aumento considerable del consumo energético a causa del aumento en la producción industrial y en la construcción, lo que favoreció un incremento en demanda de energía.

Sin embargo, la crisis financiera de 2007 resultó en una atenuación del consumo de energía en la UE debido a la caída de la actividad económica. La disminución en el consumo de energía continuó hasta 2015, cuando la economía comenzó a recuperarse gradualmente. De manera similar, la crisis de la COVID-19 generó una reducción drástica en el consumo de energía en la UE, como consecuencia del cese temporal de la actividad en numerosos sectores de la economía.

Gráfico 11. (%) Distancia del consumo final de energía al objetivo de 2020 en la UE. 2021-2021.



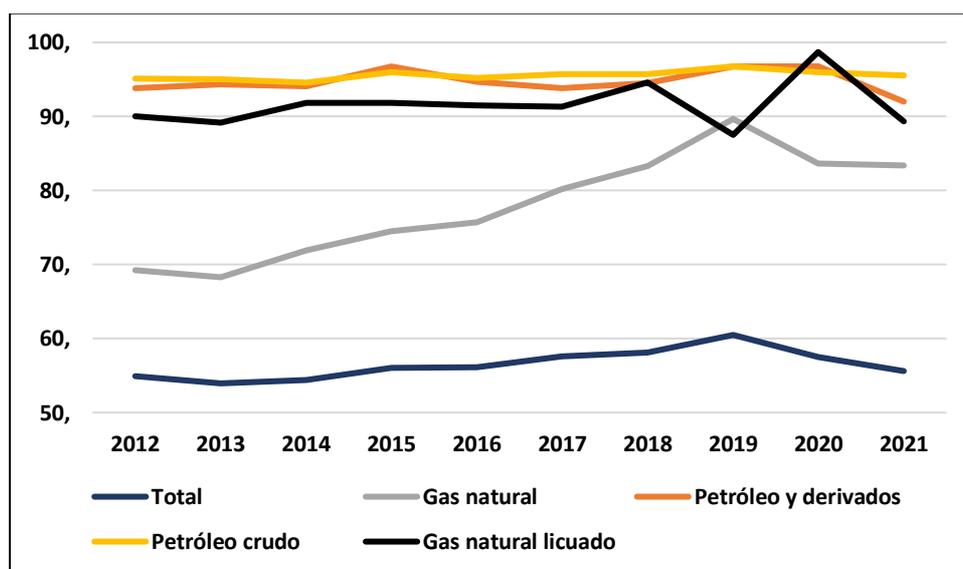
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

El gráfico 11 representa el porcentaje de distancia de la UE en relación a los objetivos de reducción del consumo energético establecidos para el año 2020 en el período comprendido entre 2012 y 2021, esto es, una reducción del 20%. En línea con lo expresado en el anterior gráfico, durante los años de crisis económica, se produjo una caída en el consumo energético, lo que permitió que se superara el porcentaje de reducción de consumo energético fijado para 2020 en los años 2014 y 2015. Sin embargo, a partir de 2016, durante la recuperación económica, hubo un repunte en el consumo hasta el año 2020. Aunque se cumplió ampliamente ese año el objetivo fijado, no puede obviarse la estrecha correlación con la situación coyuntural provocada por la pandemia. En 2021, se observa un aumento significativo del consumo de energía en comparación con el año anterior.

4.5. Seguridad energética y dependencia

La seguridad energética se concibe como la disponibilidad de un suministro de energía adecuado y estable para satisfacer las necesidades de una región a precios que resulten asequibles. Siguiendo a Escribano (2006), este concepto está intrínsecamente ligado a tres elementos: (i) la dependencia energética, que hace referencia al volumen de importaciones de energía, especialmente de proveedores que ofrecen poca confiabilidad; (ii) la vulnerabilidad que, desde una óptica geopolítica, se puede mitigar a través de la diversificación de las fuentes de energía con el objetivo de minimizar los riesgos asociados a regiones inestables; y (iii) la conectividad, ya que un mayor número de conexiones conduce a una mayor seguridad energética.

Gráfico 12. Tasa de dependencia de las importaciones de energía. 2010-2021.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022).

La tasa de dependencia energética revela la proporción de la demanda que se satisface mediante la importación de energía. Para el cálculo de esta tasa, Eurostat relaciona las importaciones netas (X-M) y la energía bruta disponible.

A tenor de lo que se observa en este gráfico, la UE presenta una acusada dependencia en la energía proveniente del exterior, lo cual hace que sea susceptible a las fluctuaciones en los precios del gas y el petróleo, fundamentalmente, y asume serios riesgos y amenazas en materia de seguridad energética, lo que puede llegar a comprometer el abastecimiento

energético ante eventuales interrupciones en el suministro. La UE importó en el año 2021 el 55,6% de la energía del consumo final de energía. Específicamente, en el mismo año, se importó un 95,6% del crudo, un 92% del petróleo y un 83,4% el gas natural. Se ha experimentado un fuerte crecimiento de la dependencia en las importaciones de gas natural, concretamente un aumento superior al 15% en la última década.

Debe destacarse que los modelos energéticos que presentan una mayor flexibilidad para sustituir sus proveedores o determinados insumos energéticos por otros, muestran una mayor capacidad de resiliencia económica frente a factores exógenos, como, por ejemplo, las perturbaciones geopolíticas. Luego es crucial que Europa amplíe la variedad de sus proveedores.

4.5.1. Dependencia energética de Rusia

Según los datos de Eurostat, en 2021, Rusia era el principal proveedor de gas de la UE. A mayor abundamiento, suministró también una cantidad significativa de petróleo a la región, bien es cierto que una proporción menor respecto del gas.

El suministro de gas natural a Europa por parte de Rusia se realiza a través de varios gasoductos, siendo los principales el Yamal-Europe, que atraviesa Polonia y Alemania hasta llegar a Francia, y el Nord Stream, que discurre por el fondo del Mar Báltico hasta Alemania. En 2021 finalizó la construcción del Nord Stream 2, un gasoducto «gemelo» de su homónimo que no ha resultado operativo como consecuencia del estallido de la guerra.

En 2011, Villa publicó un acertado análisis sobre los obstáculos que enfrentaban, ya por entonces, las complejas relaciones entre la UE y Rusia en materia de energía. En él, examinó tres factores específicos: (i) un mercado gasístico ruso poco competitivo en el que la compañía Gazprom, controlada íntegramente por el Estado, actúa como un agente monopolista, con una producción en el sector superior al 80%; (ii) la utilización política de los recursos energéticos como herramienta de presión que, de forma recurrente, hacía el gobierno ruso en el marco de cualquier negociación; y (iii) las reticencias de Rusia a las imposiciones de liberalización de la UE, como la prescriptiva disociación entre la producción y distribución de energía, aplicadas a las compañías que operan en el ámbito

europeo. A pesar de los aparentes esfuerzos de la UE por reducir sus importaciones de energía de Rusia en las últimas décadas, se ha visto obligada a fortalecer sus vínculos energéticos debido a la presión ejercida por países como Alemania. Denuncia este autor que la UE pareció entonces haber abandonado la idea de vincular sus acuerdos con terceros a un marco de respeto de los valores democráticos, de los Derechos Humanos y de la liberalización de los mercados. Este premonitorio estudio sugirió que la Unión debía diversificar con urgencia los proveedores de energía, promover la colaboración entre Estados Miembros y mejorar la competitividad de las empresas europeas.

Una de las principales iniciativas para aminorar la dependencia energética de Rusia fue el proyecto de construcción del gasoducto Nabucco, una ambiciosa propuesta impulsada por la Comisión Europea en el año 2002, que abarcaba una extensión de 3.900 kilómetros, desde la cuenca del Caspio hasta Europa, a través de Turquía, Bulgaria, Rumania y Hungría (Dieckhoner, 2012).

Sin embargo, desde su concepción, Nabucco enfrentó serios obstáculos que frustraron su realización. El más destacado fue la resistencia de Rusia a perder su posición dominante en el mercado gasista, por lo que contrarrestó el proyecto Nabucco con el anuncio de construcción del gasoducto South Stream, para el transporte de gas desde el Mar Negro hasta Bulgaria, un burdo señuelo para competir con Nabucco y desalentar a los inversores (Fernández, 2009).

Otro obstáculo para Nabucco fue la decisión bilateral de Azerbaiyán y Turquía de llevar a cabo el gasoducto TANAP, un proyecto conjunto para transportar gas natural desde el campo de Shah Deniz en Azerbaiyán hasta Turquía y Europa. TANAP se convirtió en una opción alternativa al Nabucco, lo que redujo su atractivo.

Finalmente, Nabucco fue descartado en 2013 cuando se seleccionó el proyecto Trans Adriático como la opción preferida para el transporte de gas natural desde la cuenca del Caspio hasta Europa. El Trans Adriático es un gasoducto que abarca desde la frontera turco-griega hasta Italia, atravesando Albania y el Adriático. La decisión se tomó, entre otros factores, por su menor longitud y coste, así como la capacidad para establecer interconexiones con sistemas ya existentes en Europa.

Castro (2004) sostiene que, en el contexto de una «globalización débil», Rusia se ha prevalido de su posición privilegiada como principal proveedor de gas a la UE para hacer

valer sus intereses en materia de política exterior, en especial, para mantener su esfera de influencia en las antiguas repúblicas soviéticas de Asia Central. En este sentido, sus recursos energéticos han sido empleados como un mecanismo de coacción, en forma de «arma política», que ha permitido a Rusia intimidar a la UE mediante la amenaza de aumentar los precios en los insumos energéticos y de interrumpir el suministro.

La falta de compromiso de algunos países europeos, entre ellos Alemania y Francia, fue uno de los factores que contribuyeron de manera decisiva al fracaso del proyecto Nabucco. Miller (2022) señala que, después de haber excluido la energía nuclear y el carbón, los sucesivos gobiernos alemanes han optado por vincular sus necesidades energéticas al suministro de gas natural barato proveniente de Rusia, situando al resto de Europa en una situación precaria. En términos artísticos, podría decirse que no hubo una entonación unánime del *Va, pensiero* contra una nueva «Babilonia», en este caso, de naturaleza esclava.

La dependencia energética se ha perpetuado debido a la decisión estratégica de priorizar el abastecimiento barato de energía, incluso por parte de socios de escaso crédito, relegando la cuestión de la seguridad energética a un segundo plano.

A pesar de la disparidad de intereses de cada país, la seguridad energética debiera ser la piedra angular de la política energética europea. La falta de coherencia en estos intereses puede desintegrar el mercado energético unificado y poner en riesgo la capacidad estratégica de la UE.

4.5.2. Dependencia energética de China

Según López Antoranz (2021), la creciente demanda de recursos minerales esenciales para producir tecnologías de energía renovable e hidrógeno, está afectando la soberanía energética de la UE. La mayoría de estos recursos, como el litio, cobalto y níquel, son necesarios para fabricar baterías, paneles solares y otros componentes determinantes para las tecnologías de energía limpia. Debido a esto, existe un riesgo de aumentar la dependencia comercial de países productores, especialmente de China, lo que limita significativamente la capacidad de los países europeos para desarrollar su propia industria de energía limpia.

En el estudio realizado por Rabe *et al.* (2017) se analiza la dependencia de la UE de la importación de las cinco materias primas llamadas «críticas» para las industrias de la

energía solar y eólica: indio, galio, telurio, para la industria solar, y disprosio y neodimio, para la industria eólica. Mientras que la estabilidad del suministro de los tres materiales «críticos» para la industria solar ha mejorado moderadamente gracias a la existencia de proveedores alternativos, la industria eólica europea es sustancialmente más susceptible a las oscilaciones de precios y a las rupturas en la cadena de suministro. Tanto es así que las importaciones procedentes de China de ambos elementos superan ampliamente la tasa del 90%, circunstancia que se ve agudizada por la ausencia de alternativas viables a día de hoy.

Asimismo, valoran que las medidas adoptadas por las empresas europeas para reducir su dependencia de China, como la creación de *joint ventures* con empresas domésticas o la firma de contratos de suministro a largo plazo, se consideran insuficientes y, lejos de ser una solución, podrían agravar la situación de dependencia en el futuro.

Para abordar esta problemática, la investigación propone diversas soluciones: (i) a nivel institucional, se sugiere una mayor inversión en investigación y desarrollo en el ámbito del procesamiento limpio, así como una reducción gradual del uso de estas materias primas en las tecnologías renovables; (ii) a nivel corporativo o empresarial, se destaca la necesidad de realizar evaluaciones de sus riesgos de suministro y diseñar planes de contingencias ante eventuales cuellos de botella.

La naturaleza inequívocamente autoritaria del régimen chino y la falta de un marco de seguridad jurídica confiable plantea serias preocupaciones para las empresas europeas que buscan realizar transacciones comerciales con este país.

Según Chomón Pérez (2022), un modelo energético sustentado en fuentes de energía renovable implica depender de China para garantizar nuestra seguridad energética, debido a que esta potencia tiene el monopolio absoluto de tierras raras, cuyos elementos son fundamentales para la producción de energía renovable. Este hecho, según el autor, es tan arriesgado como haber dependido en gran medida de las energías fósiles provenientes de Rusia. En definitiva, enfatiza el peligro que supone mantener el actual modelo energético europeo, donde simplemente se procederá a sustituir los agentes de dependencia.

Es de vital importancia que Europa considere su histórica dependencia energética de Rusia a fin de evitar la repetición de errores similares con un actor poco predecible como China, lo que implica una reflexión y aprendizaje de lecciones pasadas para prevenir consecuencias negativas en el presente y futuro.

4.5.3. Gas natural licuado procedente de EE.UU. como alternativa al gas ruso

Como consecuencia del contundente descenso en la importación de energía procedente de Rusia, EE.UU. podría convertirse en el principal suministrador de gas natural de Europa en los próximos años.

En los últimos tiempos, EE.UU. ha experimentado una notable expansión en la producción de gas natural gracias a la tecnología de fractura hidráulica, conocida comúnmente como *fracking*. Esta técnica consiste en la inyección de agua y otros productos químicos a alta presión en formaciones rocosas para liberar el gas atrapado en ellas, lo que ha posibilitado la explotación de formaciones geológicas previamente inaccesibles. Como consecuencia, EE.UU. se ha convertido en uno de los principales exportadores de GNL en el mundo, junto con Qatar y Australia (García Delgado, 2020). Marzo Carpio (2022) apunta que los mayores exportadores de GNL estaban exportando ya antes de la guerra en Ucrania cerca de su capacidad máxima, por lo que Europa deberá competir por los suministros disponibles, lo que se traducirá en un indefectible incremento en los precios de este producto energético.

Lambert *et al.* (2022) señalan que, en mayo de 2022, Europa duplicó sus importaciones de GNL con respecto al año anterior, lo que situaba la tasa de regasificación en un 59%. Sin embargo, advierte que aun cuando se optimizase la capacidad, no alcanzaría los suministros de gas natural de Rusia en 2021. Además, mencionan que la infraestructura de GNL en Europa está distribuida de forma asimétrica, véase, por ejemplo, que aproximadamente un 25% de la capacidad de regasificación se encuentra en la península ibérica. Indican que los países exportadores de gas se beneficiarán de la interrupción del suministro de gas ruso y del aumento de los precios, pero advierten que esto no será sostenible a largo plazo, ya que a Europa le interesa seguir profundizando en sus objetivos climáticos y en su independencia energética.

5. Principales retos afrontados: crisis del COVID-19 y Guerra entre Rusia y Ucrania

5.1. Respuesta europea a la crisis del COVID-19 Respuesta europea a la guerra entre Rusia y Ucrania

La irrupción de la crisis sanitaria en marzo de 2020, ocasionada por la propagación de la COVID-19, generó una conmoción económica a nivel mundial. En un breve período de tiempo, los gobiernos de un gran número de países tuvieron que afrontar el desafío de contener la expansión del virus e implementaron medidas de gran envergadura, tales como la restricción de la movilidad, a través de los encierros domiciliarios, y el cierre de los establecimientos comerciales. El efecto de estas políticas fue una caída abrupta de la actividad económica, por lo que tuvo un impacto significativo en múltiples sectores de la economía.

En respuesta a la crisis sanitaria, la UE ha articulado de forma extraordinaria un fondo de recuperación conocida como *Next Generation EU*, que ha sido dotado con un montante de 723,8 mil millones de euros con el objetivo de paliar los efectos negativos de la pandemia en la economía de los países europeos. Como parte esencial de este instrumento se encuentra el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR), que fue adoptado en febrero de 2021, y cuenta con un presupuesto de 672,5 mil millones de euros. De esta asignación, más del 46% consiste en transferencias no reembolsables, es decir, son ayudas financieras que no compromete a los países receptores a su restitución. Este es el motivo por el que en algunos sectores periodísticos se ha bautizado al MRR como el «maná» europeo. Los Estados Miembros tienen la responsabilidad de gestionar los recursos en cuestión, así como de elaborar un plan nacional que debe ser supervisado y aprobado por la Comisión Europea, para asegurar la financiación de proyectos que estén alineados con los objetivos perseguidos por la UE, tales como la transición energética y la digitalización Unión Europea (s.f.).

Señala Sanahuja (2022) que la singularidad distintiva de este mecanismo se encuentra en su modelo de financiación, el cual se basa en a la emisión conjunta de deuda, siendo los llamados bonos verdes los empleados para respaldar las partidas destinadas a la transición ecológica, y en el establecimiento de nuevas figuras impositivas que, en su mayoría, se vinculan al PVE, como, por ejemplo, el impuesto sobre envases de plástico no reutilizables.

5.2. Respuesta europea a la guerra entre Rusia y Ucrania

La agresión ilegítima acometida por la Federación Rusa contra Ucrania, un estado soberano e independiente, en febrero de 2022, condujo a una cruenta guerra que aún hoy no ha cesado. Conviene analizar las consecuencias económicas, especialmente aquellas que tienen incidencia en materia energética, que se derivan de las relaciones entre la UE y Rusia y que pueden comprometer el cumplimiento de los objetivos fijados para la transición energética. El presente apartado analiza el impacto que esta circunstancia sobrevenida tendrá en el desempeño del proceso de transformación energética. La cuestión central estriba en determinar si la interrupción en el suministro de gas procedente de Rusia supone una amenaza que ralentice el proceso o, por el contrario, una oportunidad para avanzar más rápido.

Desde la invasión de Ucrania hasta la fecha, la UE ha aprobado diez paquetes de sanciones dirigidos a menoscabar la economía rusa. Aunque las limitaciones comerciales a las importaciones y exportaciones han sido las más prominentes, no son las únicas. Se incluyen también medidas específicas contra particulares y empresas que tengan alguna responsabilidad, ya sea directa o indirecta, en el conflicto, tales como la congelación de sus activos y la prohibición de realizar transacciones comerciales. Para garantizar la efectividad de estas sanciones, la UE ha intensificado el rastreo de activos ocultos, cuyo objetivo es prevenir que personas y empresas puedan seguir operando en secreto o evadiendo las sanciones, mediante la exploración de inversiones y propiedades que pudieran estar vinculados a los sancionados (Fleming, 2023).

En respuesta a las restricciones impuestas por la UE, Rusia ha disminuido su provisión de gas a los países europeos. La empresa estatal Gazprom ha anunciado una suspensión indefinida del suministro de gas natural, lo que ha generado un incremento exorbitante en el precio del gas, agravando, así, la crisis energética (Rusia eleva el tono con Europa y vincula el suministro de gas al levantamiento de las sanciones, 2023).

La interrupción en el suministro de gas, como previsible consecuencia de las sanciones impuestas, evidencia que la decisión geopolítica tomada por la UE se sustenta en la firme intención de reducir a la mayor celeridad la dependencia de Rusia. Una rectificación apresurada que debiera haberse adoptado con antelación para evitar llegar a la situación

actual, cuyas consecuencias son más graves y difíciles de revertir, al menos, en el corto plazo.

En este escenario de incertidumbre en el que resulta apremiante reducir la dependencia energética de Rusia, Carrasco Contero (2022) arguye que sería beneficioso flexibilizar las restricciones regulatorias que exigen la implementación de fuentes de energía renovable y nuclear, con el fin de fomentar la iniciativa privada en proyectos de inversión en energía no emisora de GEI.

Las autoridades europeas presentaron el plan *RePowerEU* (Comisión Europea, 2022) con el objetivo de reducir a la mayor celeridad la dependencia energética de Europa en el gas importado de Rusia mediante (i) la promoción de las energías renovables, (ii) fomento del ahorro y (iii) la apuesta por la diversificación en las fuentes proveedoras. El objetivo de este plan es presentar una solución solvente a la problemática de la seguridad energética y aprovechar la coyuntura para acelerar la transición. Analizando sucintamente cada uno de estos apartados, se sintetizan las siguientes iniciativas contenidas en el plan:

a) Energías renovables

-Propuesta de aumentar el objetivo de cuota de energías renovables al 45% para el año 2030.

-Promoción de la energía solar fotovoltaica, puesto que es una de las fuentes de producción de electricidad más económica. Con el objetivo de triplicar la demanda energética cubierta por esta fuente para el año 2030, se han implementado la Estrategia de Energía Solar de la UE y la Iniciativa Europea de Tejados Solares.

-Acelerar la producción de hidrógeno renovable, con un objetivo de 10 millones de toneladas para el año 2030.

-Aumentar la producción de biometano en 35 millones de toneladas para el año 2030.

b) Fomento del ahorro y de la eficiencia

-Incrementar el objetivo de eficiencia energética anual al 13%, un aumento de cuatro puntos porcentuales respecto al objetivo contenido en la Directiva de eficiencia energética.

-Incentivos para la renovación y mejora de la eficiencia energética en edificios que modifiquen los sistemas de calefacción y refrigeración.

-Promoción de la eficiencia energética y adopción de tecnologías de energías renovables en los servicios de transporte y en los sectores industriales.

-Las medidas propuestas a corto plazo relacionadas con el gas y el petróleo, según la AIE, pueden resultar en una reducción del 5% en el uso final del gas y un 5% en el consumo final de petróleo, sin afectar los desplazamientos esenciales.

c) Diversificación de fuentes

-La UE ha puesto en marcha la *EU Energy Platform*, una plataforma común cuyo objetivo es la adquisición conjunta de hidrógeno, gas y gas natural licuado (GNL). La coordinación de los Estados Miembros permitirá maximizar el apalancamiento en los mercados internacionales y la utilización eficiente de la infraestructura europea de gas. Con esta medida, la UE busca fortalecer su presencia en el ámbito internacional a través de la colaboración con socios leales y garantizar el suministro de gas, con el fin de lograr una diversificación sostenible.

Según Rivera Albarracín (2022), la implementación del plan *RePower EU*, cuyo propósito es acelerar la transición hacia un modelo de producción con mayor presencia de energías renovables, puede tener un impacto adverso en la biodiversidad y causar conflictos sociales debido a la demanda de materiales y terreno. En consecuencia, considera fundamental que el proceso de transición se vincule inexcusablemente a los valores de justicia y sostenibilidad, de manera que se tenga en consideración los equilibrios medioambientales, se promueva la cooperación internacional y procure paliar los efectos de la pobreza energética.

6. Otros desafíos de futuro

En el transcurso de este estudio, se han abordado diversas deficiencias y limitaciones a los que se enfrenta la transición energética, en particular aquellos de naturaleza técnica. A continuación, se presentan dos desafíos que, a mi juicio, deben ser atendidos de manera efectiva.

6.1. Futuro de la energía nuclear

La energía nuclear se origina, bien por la fusión de dos núcleos atómicos ligeros para formar uno más pesado, bien por la fisión nuclear, que implica la división de un núcleo en fragmentos más pequeños. En ambas reacciones se libera una cantidad significativa de

energía, aunque el único método empleado para la generación de electricidad es la fisión nuclear, en tanto que la fusión se encuentra aún en fase de investigación (OIEA, 2021). Izquierdo Rocha (2007) afirma que la energía nuclear es una fuente caracterizada, en términos tecnológicos, por su elevada confiabilidad y seguridad, además de ser competitiva frente a otras fuentes y capaz de generar importantes volúmenes de energía. Destaca, asimismo, que la producción de electricidad mediante la fisión nuclear se distingue por su viabilidad económica, pues, aun cuando los costes iniciales de instalación son muy elevados, el funcionamiento de las centrales es, en términos relativos, más asequible. Otro aspecto, sin duda, reseñable es el impacto significativamente bajo en la emisión de GEI, lo cual hace de esta fuente una opción atractiva para abordar el desafío climático. Sin embargo, advierte Izquierdo Rocha de otros factores que deben considerarse, tales como el riesgo de que se produzcan accidentes, la gestión de los residuos y la radiactividad, cuestiones que, por cierto, han generado un importante rechazo social.

Después del accidente de Fukushima en 2011, el gobierno de Alemania, liderado por Angela Merkel, adoptó la decisión de abandonar gradualmente la energía nuclear, estableciendo como horizonte para el cierre definitivo de toda actividad nuclear en 2022. Esta decisión representó una modificación sustancial en la política energética del país, que, hasta entonces, había previsto extender la vida útil de las centrales nucleares existentes. La decisión de Alemania de abandonar la energía nuclear ha presentado importantes desafíos para satisfacer su demanda energética, pues, aun cuando se implementaron fuentes de energía renovable, éstas resultaron insuficientes para cubrir la necesidad energética del país. Como resultado, Alemania ha tenido que depender en mayor medida del suministro de gas barato proveniente de Rusia, lo cual ha conducido a una mayor dependencia energética (Hennequin y Ramírez, 2022).

Fue entonces cuando se inició una cruzada en contra de la energía nuclear, promovida principalmente por Alemania. Como resultado, tanto la energía nuclear como el carbón fueron excluidos de la política energética, lo que conllevó la necesidad de importar más gas de Rusia para suplir la demanda energética antaño cubierta por esta fuente.

La exclusión de la energía nuclear ha tenido un fuerte impacto en la transición energética europea. No obstante, resulta sorprendente observar que la UE está revirtiendo esta

tendencia al potenciar la energía nuclear para afrontar la crisis energética, que tiene como uno de sus factores la guerra rusa.

Paradójicamente con lo expuesto anteriormente, la Comisión Europea aprobó en marzo de 2022 un acto delegado de taxonomía en el que aceptó incluir tanto el gas como la energía nuclear como «actividades económicas medioambientalmente sostenibles», si bien, esta inclusión se encuentra sujeta a determinadas condiciones y limitaciones temporales.

El gobierno de Macron ha anunciado recientemente que Francia, que es ya el país con mayor número de centrales nucleares en Europa, llevará a cabo la construcción de catorce reactores adicionales y se encuentra evaluando la posibilidad de aumentar aún más su capacidad nuclear (Sanz, 2023).

En definitiva, debe considerarse que la energía que no emite GEI durante su producción y produce cantidades mínimas de residuos en comparación con otros combustibles fósiles. Por la tanto, su uso puede contribuir decisivamente en el cumplimiento de los objetivos climáticos de descarbonización de la economía. Además, en un contexto de creciente demanda energética, la energía nuclear es capaz de proporcionar un suministro estable de energía, reforzando, así, la seguridad energética de los países europeos.

Su exclusión del diseño original de la transición energética europea se ha demostrado un error. Los responsables políticos harán bien en enmendar este desacierto y reconsiderar su inclusión.

6.2. Riesgo de proteccionismo

La administración Biden impulsó en 2022 la Ley de Reducción de la Inflación (IRA, por sus siglas en inglés) que incluye un paquete de políticas climáticas proteccionistas, destinadas a reducir las emisiones de GEI para cumplir con el objetivo previsto para 2030. Esta ley pretende impulsar la descarbonización de los sectores económicos y avanzar en el desarrollo de tecnologías limpias. Con un presupuesto cercano a los 400 mil millones de dólares en diez años, estas políticas combinan subvenciones verdes para productores locales de energía neutra en carbono y créditos fiscales para particulares y empresas que deseen adquirir vehículos eléctricos (Bernoth y Meyer, 2023).

Según Kleimann *et al.* (2023), los subsidios destinados a tecnologías limpias tienen una dimensión comparable en los EE.UU. y la UE, destacan incluso que en Europa se otorga

un mayor apoyo financiero a la producción de energías renovables. El hecho diferencial radica en que los *green subsidies* o subsidios verdes del IRA incorporan requisitos de contenido local, lo que otorgan una ventaja competitiva a los productores domésticos sobre los extranjeros. Estos requisitos podrían ser incompatibles con la normativa de la OMC al generar distorsiones en la competencia y discriminación en el comercio internacional. La implementación de esta iniciativa podría impactar notoriamente en la competitividad del tejido industrial europeo, particularmente en sectores estratégicos como la fabricación de baterías y la automoción eléctrica, lo que ha causado fricciones en las relaciones entre la UE y EE.UU. La fuerte incentivación que ofrece la legislación estadounidense a las empresas puede llevar a la desinversión y reubicación industrial fuera de Europa. Estos autores sostienen que la UE debe impedir la vulneración de las normas del comercio internacional a través de los procedimientos reglados a tal efecto y argumentan que las políticas destinadas a mitigar el cambio climático no deberían diseñarse de manera que maximicen el beneficio de un país a expensas del resto, sino que debiera articularse una estrategia de acción colaborativa para abordar conjuntamente un desafío que es global.

La negativa de EE.UU. a cambiar los términos de la ley podría desencadenar una oleada proteccionista en otros países, afectando así la eficiencia del mercado de tecnologías verdes. Así, la UE se encuentra ante la disyuntiva de decidir si es necesario flexibilizar las normativas relacionadas con las subvenciones gubernamentales dentro de los Estados Miembros o mantener su postura actual.

Kritikos y Pagoulatos (2023) urgen a que la UE responda sin demora a la amenaza proteccionista de EE.UU. y China, a fin de evitar un posible traslado en gran escala de empresas europeas. Para ello, sugieren un plan de contingencia que consta de dos elementos: (i) un alivio de las restricciones en materia de ayudas estatales, lo cual es cierto que podría beneficiar a las grandes economías del euro, como Francia y Alemania, y socavar la cohesión territorial; y (ii) la creación de un fondo de soberanía en la UE como compensación por las posibles distorsiones generadas por el primer elemento.

Países Bajos y Suecia han expresado su inquietud sobre la opción de favorecer una mayor intervención estatal para proporcionar subsidios, ya que esto podría poner en peligro el mercado único y tener un impacto negativo mayor a largo plazo. Como respuesta alternativa, estos países abogan por fortalecer el mercado único, reduciendo las

restricciones regulatorias y los costes, para hacer que Europa sea más atractiva para los inversores. (Fleming *et al.*, 2023).

7. Conclusiones

La UE ha concebido uno de los planes más ambiciosos para combatir el cambio climático y fomentar una economía sostenible, cuyo horizonte más amplio se extiende hasta el año 2050. Es conveniente resaltar, no obstante, que las emisiones de GEI atribuibles a la UE son relativamente bajas en comparación con las emisiones a escala global, en específico representan, en 2021, el 6,9% del total. A pesar de los esfuerzos que se están llevando a cabo desde la esfera comunitaria europea, el hecho de que algunas grandes economías mundiales fundamenten su modelo energético en una elevada dependencia de los combustibles fósiles puede contrarrestar dichos esfuerzos y limitar el éxito en la reducción de emisiones. Luego para lograr una reducción efectiva de las emisiones de GEI, es necesario que todas las partes relevantes se comprometan de forma vinculante.

El proceso de transición impulsado por la UE está resultando un proceso harto complejo, por lo que ha presentado tanto logros destacables como deficiencias notables. En cuanto a los logros, los objetivos fijados para el año 2020 se han cumplido con éxito, incluyendo la reducción de emisiones y el aumento de la cuota de energías renovables. Para lograr estos resultados, la UE ha invertido en investigación y desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles, lo que ha permitido importantes avances en la generación de energías renovables y la eficiencia energética. Además, la UE ha apostado por un mercado único energético mediante políticas energéticas integradas que abordan todos los aspectos del sistema energético, desde la producción hasta el consumo. Esto ha permitido una visión más completa y coordinada de la transición energética.

Por otro lado, deben apuntarse, asimismo, los principales fallos que se han cometido en este proceso. En cuanto a la intensificación de energías renovables en la UE, a pesar de la voluntad de transformar la matriz energética, los combustibles fósiles, específicamente el petróleo y el gas natural, aún predominan y representan alrededor de dos tercios del consumo final de energía.

Además, existe una asimetría en el desarrollo del proceso en la UE, lo que se traduce en una Europa a dos velocidades, donde algunos países como Suecia tienen una cuota de renovables superior al 60%, mientras que otros países como Países Bajos no alcanzan el 15%. Otro de los errores ha sido la falta de consideración de los efectos de la descarbonización de la economía en la competitividad y la situación del empleo en diversos sectores. Es crucial que se cumplan los objetivos climáticos sin poner en riesgo el tejido industrial europeo, que ya se enfrenta a importantes desafíos en el actual contexto de globalización.

Una de las deficiencias más notables ha sido la elección de un modelo energético sostenido en el suministro de gas barato de Rusia, un régimen político iliberal y de dudosa vocación democrática que ya había amenazado seriamente a la UE en el pasado. La interrupción del suministro de gas debido a conflictos ha dejado a Europa en una situación complicada, con un alto riesgo de cortes de energía.

Resulta particularmente desconcertante la posición errática de la UE con respecto a la energía nuclear, una forma de energía hipocarbónica que podría contribuir significativamente a la transición hacia un nuevo paradigma energético. La energía nuclear ha sido objeto de una campaña de estigmatización durante años, pero parece que ahora la UE está reconsiderando su inclusión en el modelo energético.

Tanto la pandemia del COVID-19 como la guerra de Rusia contra Ucrania han tenido un impacto significativo en la transición energética. En respuesta a estos escenarios de incertidumbre, la UE ha optado por vincular la recuperación de ambas crisis a la aceleración de la transición energética. Para hacer frente a la pandemia, se ha creado el Fondo de Recuperación *Next Generation EU*, un programa de financiación que supone una inyección masiva de dinero destinado en gran medida a proyectos de innovación en tecnologías limpias. Con este fondo, se busca impulsar la recuperación económica a la par que fomentar la transición hacia una economía más verde y sostenible. Por otro lado, la guerra de Rusia contra Ucrania ha llevado a la UE a implementar el plan *RePower EU*, un plan enfocado en la promoción de las energías renovables y en la reducción de la dependencia energética de la UE.

La transición hacia la sostenibilidad energética encara numerosos retos en el futuro. Las tecnologías limpias son una alternativa a las energías convencionales que buscan reducir la huella de carbono y minimizar los impactos ambientales. Sin embargo, aun cuando son imprescindibles para garantizar la descarbonización de la economía, las tecnologías limpias enfrentan numerosos retos de implementación que limitan su eficiencia y efectividad. Una de las mayores complicaciones es el almacenamiento de energía a gran escala, ya que la disponibilidad de energía renovable depende de las condiciones climáticas y la demanda no siempre coincide con la producción. Esto significa que, en ausencia de un almacenamiento eficiente, la energía renovable no puede proporcionar una fuente de energía estable. Así también, aunque se espera que los costes de las energías renovables disminuyan a medida que la tecnología madure y la demanda aumente, todavía tienen una estructura de costes que puede ser mayor que otras formas de energía convencionales, puesto que requieren de una gran infraestructura. En consecuencia, para superar estos desafíos, se requiere de una mayor investigación y desarrollo que conduzcan a avances tecnológicos para seguir avanzando en su implementación, aunque los resultados son inciertos y no haya garantías de éxito. Un ejemplo de ello es la producción de hidrógeno verde, un vector energético que se perfila como prometedor para la descarbonización, que, sin embargo, se encuentra en una fase de investigación debido a sus altos costes y a la pérdida significativa de energía durante su generación.

Por último, ante la amenaza de un desarrollo normativo proteccionista por parte de otros actores relevantes como EE. UU. y China, la UE debe actuar a la mayor celeridad. Sin embargo, considero que la UE no debe caer en la trampa de adoptar medidas más proteccionistas. En lugar de eso, la UE debe desarrollar políticas que permitan reducir las restricciones en el mercado único energético y que fomenten la inversión. Esto no solo ayudará a proteger los intereses de la UE, sino que también contribuirá a dar soluciones efectivas a largo plazo.

8. Bibliografía

Artículos académicos

Åhman, M., y Nilsson, L. J. (2015). Decarbonizing industry in the EU: Climate, trade and industrial policy strategies. *Decarbonization in the European Union: Internal Policies and External Strategies*, pp. 92-114.

Badii, M. H., Guillen, A., Abreu, J. L., y UANL, S. (2016). Energías Renovables y Conservación de Energía (Renewable Energies and Energy Conservation). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 11(1), pp. 141-155.

Bernoeth, K., y Meyer, J. (2023). US Inflation Reduction Act demands quick strategic action from the EU. *DIW Weekly Report*, 13(6).

Carrasco Contero, R. (2022). La política de abastecimiento energético de la Unión Europea: Dependencia y vulnerabilidad ante la invasión rusa a Ucrania.

Castro, J. (2014). El petróleo y el gas como instrumentos de política exterior: el caso de Rusia. *Revista de Ciencia Política y Gobierno*, 1(1), pp. 131-144.

Chauvin, J. B. (2016). El Acuerdo de París: éxito del multilateralismo y herramienta esencial para el futuro. *Ambientico*, (258), pp. 4-10.

Chomón Pérez, J. (2022). La UE y sus amistades «energéticamente» peligrosas. Del gas ruso a las energías renovables chinas. *Documento de Opinión 52/2022 de IEEE*.

de Bruyn, S., Jongsma, C., Kampman, B., Görlach, B., y Thie, J. E. (2020). Energy-intensive industries. *Challenges and Opportunities in Energy Transition*.

de Juan Fernández, A. (2021). El reto de una economía plenamente descarbonizada. *Revista de Occidente*, (485), pp. 9-22.

Dieckhoner, C. (2012). Simulating security of supply effects of the Nabucco and South Stream projects for the European natural gas market. *The Energy Journal*, 33(3).

Escobar Mejía, A., y Holguín Londoño, M. (2011). Sistemas de almacenamiento de energía y su aplicación en energías renovables. *Scientia et Technica*, 1(47), pp. 12-16.

Escribano, G. (2006). Seguridad Energética: concepto, escenarios e implicaciones para España y la UE. *Boletín Elcano*, (87), 21.

Fernández-Cuesta, N. (2016). Descarbonización: el vector de la política energética. *Política Exterior*, 30(169), pp. 26-32.

Fernández-Reyes, R. (2016). El Acuerdo de París y el cambio transformacional. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, nº 132, pp. 101-114

Fernández, R. (2009). La UE y el gas natural de Asia Central: ¿es Nabucco la mejor opción?. *Boletín Elcano*, (116), 8.

García Delgado, P. J. (2020). Las importaciones de gas natural licuado (GNL) a España y al conjunto de la Unión Europea desde Estados Unidos: del debate sobre el fracking y la geopolítica de los flujos de suministros energéticos.

Gasparatos, A., Doll, C., Esteban M., Ahmed A., Olang T.A. (2017) Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 70, pp. 161-184.

Gómez Gil, C. (2017). “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica” *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, nº140º, pp. 107-118.

Gómez San Román, T., Linares, P., y Rodilla, P. (2020). Propuestas para la reforma del sector eléctrico en España. *Papeles de Economía Española*, (163), pp. 24-203.

Handl, G. (2012). Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Declaración de Estocolmo), de 1972, y Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, de 1992. *United Nations Audiovisual Library of International Law*.

Hennequin, J., y Ramírez, L. Á. (2022). Die Energiewende: la política energética alemana durante la era Merkel. *Grietas*, (3).

Hernández de Cos, P. (2022). The economic setting following the invasion of Ukraine and the economic policy response.

Huerta, D. y Segovia, M. (2020). La descarbonización de la edificación. *Informes GBCe – XL*, pp. 1-36. *Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas*.

Izquierdo Rocha, L. (2007). Energía nuclear: un futuro razonado. *ENERGÍA*, 8 (11), pp. 11-12.

Kleimann, D., Poitiers, N., Sapir, A., Tagliapietra, S., Véron, N., Veugelers, R., y Zettelmeyer, J. (2023). How Europe should answer the US Inflation Reduction Act, *Policy Contribution*, Bruegel.

Kritikos, A. y Pagoulatos, G. (2023). Made in Europe: An EU Green Industrial Plan to respond to the challenge of US and Chinese protectionism. *Policy*.

Lambert, L. A., Tayah, J., Lee-Schmid, C., Abdalla, M., Abdallah, I., Ali, A. H y Ahmed, W. (2022). The EU's natural gas Cold War and diversification challenges. *Energy Strategy Reviews*, 43, 100934.

López Antoranz, J. (2021). El hidrógeno verde en la Unión Europea: una vía necesaria para la transición energética. *Revista Española de Desarrollo y Cooperación*, (48), pp. 13-33.

- Marzo, M. (2022). ¿Qué alternativas tiene Europa al gas importado de Rusia?. *The Conversation*, 2022.
- McKinsey & Company. (2018). Decarbonization of industrial sectors: the next frontier.
- Olabe, A., González-Eguino, M., y Ribera, T. (2016). El Acuerdo de París y el fin de la era del carbón. *Real Instituto Elcano*.
- Pérez de las Heras, B. (2020). La Unión Europea en la transición hacia la neutralidad climática. *Revista española de derecho internacional*, 72(2), pp. 117-141.
- Ponce Cruz, Y. y Cantú Martínez, P. (2015). Cambio climático: bases científicas y escepticismo. *Cultura Científica y Tecnológica*, (46).
- Portela, N. F. (2018). La unión energética: instrumento para la transición energética en Europa. *ICE, Revista de Economía*, (902).
- Rabe, W., Kostka, G., y Stegen, K. S. (2017). China's supply of critical raw materials: Risks for Europe's solar and wind industries? *Energy Policy*, 101, pp. 692-699.
- Ricalde López, C. D., Salvador López-Hernández, E., y Ancona Peniche, I. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte sanitario*, 4(2).
- Rivera Albarracín, L. (2022). Necesidad de una transición energética justa con las personas y la naturaleza: una mirada a la transición energética europea. *Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época*, (14), 1.
- Rodríguez Rodríguez, D. (2019). Los objetivos de descarbonización y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima: una valoración. *Presupuesto y gasto público*, 97, pp. 79-101.
- Sadik-Zada, E. R. (2021). Political economy of green hydrogen rollout: A global perspective. *Sustainability*, 13(23), 13464.
- Sanahuja, J. A. (2022). El Pacto Verde, NextGenerationEU y la nueva Europa geopolítica. *Documentos de trabajo de la Fundación Carolina*, nº 63.
- Santamarta, J. (2004). Las energías renovables son el futuro. *World Watch*, 22(3440.16).
- Timmons, D., Harris, J. M., y Roach, B. (2014). La economía de las energías renovables. A *GDAE Teaching Module on Social and Environmental Issues in Economics*; Global Development and Environment Institute, Tufts University: Medford, MA, USA.
- Torres, R., y Fernández, M. J. (2022). La economía española, de la pandemia a la crisis energética. *Papeles de Economía Española*, (173), pp. 2-228.

Villa, M. (2011). *La política energética exterior de la Unión Europea: entre dependencia, seguridad de abastecimiento, mercado y geopolítica*. Madrid: CEU Ediciones, 2011.

Instituciones

Agencia Europea de Medio Ambiente (2021). Transporte motorizado: tren, avión, transporte por carretera o barco, ¿cuál es el más ecológico? <https://www.eea.europa.eu/es/highlights/transporte-motorizado-tren-avion-transporte> (Última consulta 10/01/2023).

Agencia Internacional de la Energía (2022). Renewable Electricity, IEA, License: CC BY 4.0. <https://www.iea.org/reports/renewable-electricity> (Última consulta 10/01/2023).

Agencia Internacional de las Energías Renovables (2018): Hydrogen from renewable power: Technology outlook for the energy transition. *International Renewable Energy Agency annual reports*.

Comisión Europea (2011). Libro Blanco del Transporte: Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible.

Comisión Europea (2015a). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política climática prospectiva. COM(2015) 80 final.

Comisión Europea (2015b). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Cerrar el círculo: Un plan de acción de la UE para la economía circular. COM/2015/0614 final.

Comisión Europea (2016). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones: Energía limpia para todos los europeos. COM(2016) 860 final.

Comisión Europea (2019). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: El Pacto Verde Europeo. COM/2019/640 final.

Comisión Europea (2019). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones: Cuarto Informe sobre el estado de la Unión de la Energía. COM(2019) 175 final.

Comisión Europea (2020). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones: Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva. COM(2020) 98 final.

Comisión Europea (2020). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones: Oleada de renovación para Europa: ecológizar nuestros edificios, crear empleo y mejorar vidas. COM/2020/662 final.

Comisión Europea (2021). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: ‘Objetivo 55’: cumplimiento del objetivo climático de la UE para 2030 en el camino hacia la neutralidad climática. COM(2021) 550 final.

Comisión Europea (2022). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Plan Repower EU. COM(2022) 230 final.

Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo: «Nuestro futuro común» <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015). Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (1973). Declaración y el Plan de Acción de Estocolmo. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N73/039/07/PDF/N7303907.pdf?OpenElement>

Consejo de la UE (2022). Orientación general del Proyecto de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece un Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono. Expediente interinstitucional: 2021/0214(COD).

Cumbre de la Tierra sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/58/PDF/N9283658.pdf?OpenElement>

Cumbre de la Tierra sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992). Programa 21. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/58/PDF/N9283658.pdf?OpenElement>

Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

Decisión del Consejo, de 25 de abril de 2002, relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo. *Diario Oficial de la UE*, n° 130, 15.05.2002.

Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (Legislación consolidada). *Diario Oficial de la UE*, nº 328, 21.12.2018

Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios (versión refundida). *Diario Oficial de la UE*, nº 153, 18.6.2010.

Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. *Diario Oficial de la UE*, nº315, 14.11.2012.

Ember (2022). European Electricity Review 2022. *Ember's Annual Reports*.
Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (2019). Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. *Cambridge University Press*.
Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (2021). Cómo conciliar el despliegue de las renovables con la biodiversidad en el territorio.

Meadows, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J; y Behrens, W. (1972). Los límites del crecimiento. *Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*.

Naciones Unidas (1992). Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Naciones Unidas (1997). Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Naciones Unidas (s.f.). Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. *Web oficial de las Naciones Unidas*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/> (Última consulta 12/10/2022).

Parlamento Europeo (2019). Resolución, de 28 de noviembre de 2019, sobre la situación de emergencia climática y medioambiental. (2019/2930(RSP)).

Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) nº 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el clima»). *Diario Oficial de la UE*, nº 243, 9.7.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119> (Última consulta 12/10/2022).

Unión Europea (s.f.). Plan de recuperación para Europa: NextGenerationEU. *Web oficial de la Unión Europea*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_es (Última consulta 11/12/2022).

Vicepresidencia Tercera y Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.). Contaminación global: Cambio climático. *Web oficial del Ministerio*.

<https://energia.gob.es/desarrollo/Medioambiente/CambioClimatico/Paginas/CambioClimatico.aspx> (Última consulta 15/10/2022).

Von der Leyen, U. (2019). A Union that strives for more: My agenda for Europe. *Oficina de Publicaciones de la Unión Europea*.

Noticias de prensa

Campbell, P. (2023, 14 de febrero). Ford to axe 3,800 European jobs in electric-car overhaul. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/d8d97dfb-c912-4b31-8a7c-20a5b541015b> (Última consulta 16/02/2023).

España, Portugal y Francia ponen en marcha el H2Med para abastecer de hidrógeno verde a Europa. Actividad del presidente. (2022, 9 de diciembre). *La Moncloa*. <https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2022/091222-sanchez-encuentro-macron-costa-vonderleyen.aspx> (Última consulta 15/01/2023).

Fleming, S. (2023, 15 de febrero). EU to hit Russia with trade bans and tech export controls worth €11bn. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/0d3babcf-e047-4b5f-bb0f-1c3011bb96e0> (Última consulta 21/02/2023).

Fleming, S., Hancock, A. y Espinoza, J. (2023, 1 de febrero). Can the EU keep up with the US on green subsidies? <https://www.ft.com/content/85b55126-e1e6-4b2c-8bb2-753d3cafcb5> (Última consulta 3/02/2023).

Miller, J. (2022). A political addiction to cheap Russian gas has brought Uniper low. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/41849b77-782d-4a53-82a6-2295c3cccc7> (Última consulta 18/02/2023).

Montes, L. y López, E. (2022, 20 de octubre). Sánchez, Macron y Costa pactan sustituir el Midcat por un corredor de energía verde. *El Economista*. <https://www.eleconomista.es/energia/noticias/12000013/10/22/Sanchez-Macron-y-Costa-pactan-sustituir-el-Midcat-por-un-corredor-verde-.html> (Última consulta 15/01/2023).

Rusia eleva el tono con Europa y vincula el suministro de gas al levantamiento de las sanciones. (2023, 5 de septiembre). *El Economista*. <https://www.eleconomista.es/energia/noticias/11931398/09/22/Rusia-eleva-el-tono-con-Europa-y-vincula-el-flujo-de-Nord-Stream-al-levantamiento-de-las-sanciones.html> (Última consulta 18/02/2023).

Sanz, J. (2023, 1 de marzo). La construcción de los nuevos reactores nucleares franceses comenzará en 2027. *La Razón*. https://www.larazon.es/economia/construccion-nuevos-reactores-nucleares-franceses-comenzara-2027_2023030163ff11b3bbe58a000157faf3.html (Última consulta 1/03/2023).

Manuales

Camacho Laraña, I., Fernández Fernández, J.L., González Fabre, R., y Miralles Massanés, J. (2013). *Ética y Responsabilidad Empresarial*. Ed. Desclée De Brouwer. Bilbao.

Espínola, J.R. de y Ramos, A.J. (2021). *Economía Española: de la crisis del ladrillo a la del coronavirus*. Ed. Universitas.

Bases de datos

Agencia Internacional de la Energía: <https://www.iea.org/data-and-statistics>

Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>