

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO



economistas
Consejo General



In Memoriam
José Folgado

José Folgado Blanco (Morales del Rey, Zamora, 3 de abril de 1944) ha sido uno de los economistas de nuestro país con una de las labores más reconocidas y expertas dentro del binomio que une economía y energía. Premio Extraordinario Fin de Carrera y doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Madrid, fue alumno de la primera promoción de licenciados en Ciencias Económicas de esa Universidad a la que estuvo vinculado toda su vida como profesor titular de Hacienda Pública y Sistemas Fiscales, profesor honorario de la Facultad de Económicas y presidente del Consejo Social de la misma.

A lo largo de su carrera profesional ocupó cargos de relevancia. Fue director del Departamento de Economía de la CEOE entre 1980 y 1996, titular de las Secretarías de Estado de Presupuestos y Gastos entre 1996 y 2000; de Economía, de Energía y de la Pequeña y Mediana Empresa entre 2000 y 2002, y de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa entre 2002 y 2004, vicepresidente segundo de la Comisión de Economía y Hacienda del Congreso de los Diputados en las VII y VIII legislaturas. De 2012 a 2018 fue presidente del Grupo Red Eléctrica, desde donde impulsó la posición de la entidad en el sector energético y de las telecomunicaciones.

El 23 de marzo de 2020 nos dejó, víctima del coronavirus, pero siempre quedará en nuestro recuerdo su trayectoria personal, académica y profesional, así como las aportaciones que realizó en el desarrollo de su labor al frente de los organismos que dirigió y las secretarías de Estado de las que fue titular, que ha hecho que su nombre se escriba con mayúsculas en la historia de esta profesión.

Descanse en paz.

PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

En diciembre de 2018, el Presidente del Colegio de Economistas de Madrid, mi buen amigo **Pascual Fernández**, me llamó para proponerme que elaborase un amplio trabajo sobre energía y desarrollo sostenible. No me puso límites o condiciones a la extensión y enfoque del estudio. Acepté gustoso pues se trataba de un reto intelectual al que moralmente no me podía negar. Es verdad que mi experiencia de cuatro años al frente de la Secretaría de Estado de la Energía y otros seis años largos como Presidente de Red Eléctrica Corporación no habían hecho otra cosa que reafirmarme en lo que la mayoría de las personas piensan con razón: que la energía es un bien tan básico como lo es la sanidad o la seguridad y que, por tanto, resulta esencial atender a su seguridad de suministro a precios razonables. Pero también me ha suscitado gran inquietud intelectual y social el hecho de que la energía da cuenta de nada menos que las tres cuartas partes de toda la contaminación ambiental producida. Esa tercera dimensión, la de la sostenibilidad ambiental, adicional a la seguridad de suministro y el coste razonable, necesita ser tratada al menos con el mismo interés y espíritu constructivo que las dos anteriores y Pascual Fernández conocía mi interés en ello, aunque no voy a decir que en mayor medida que el suyo propio habiendo sido también Secretario de Estado de Medio Ambiente. No es necesario insistir, por otra parte, en la actualidad universal que reviste la preocupación por los temas de la contaminación de las ciudades, el cambio climático y la necesidad y urgencia de reencauzar las sociedades hacia una senda de desarrollo más sostenible. En un encuentro posterior conjunto con el Presidente del Consejo General de Economistas, **Valentín Pich**, quedó reafirmado el encargo a realizar a lo largo de 2019. No puedo sino agradecerles la confianza y manifestarles mi emocionado agradecimiento por ello. Mi preocupación por intentar hacer algo digno en materia tan compleja e importante socialmente y que, además, fuera útil para quienes tuvieran la paciencia de leerlo, fue enorme pero me sirvió para intensificar la dedicación al tema.

Son varias las personas a las que he confiado borradores iniciales y que les quedo muy agradecido por sus comentarios. Todos ellos muy valiosos pero quiero resaltar especialmente las aportaciones de **Maximino Carpio**, **Mamen Gómez de Barreda**, **Juan Lasala** y **Ángel Mahou** que han demostrado paciencia infinita conmigo. Yo diría que no menos críticos y atinados han sido los comentarios y aportaciones de mi familia. Decir, por último, que sin la ayuda y paciencia de mi esposa **Emilia** simplemente no hubiera sido posible este trabajo. Las deficiencias y limitaciones que el lector pueda encontrar, que sin duda serán numerosas, son de mi única responsabilidad.

Me daría por satisfecho si este estudio sirviese para estimular la dedicación para otros trabajos más profundos y atractivos de un tema que, en mi opinión, se debe colocar a la cabecera de las preocupaciones mundiales.

Madrid, Noviembre de 2019

José Folgado Blanco

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO



economistas
Consejo General

Cuando tuvimos conocimiento de que el profesor y gran economista **José Folgado Blanco** llevaba tiempo dándole vueltas a la posibilidad de abordar un trabajo sobre energía y desarrollo económico sostenible, desde el Consejo General de Economistas de España no dudamos en animarle a acometerlo y le comentamos nuestro interés en publicarlo, movidos tanto por el interés del tema objeto del estudio como por la talla de su autor, por lo que se lo planteamos abiertamente. Afortunadamente, el profesor Folgado, con su característica generosidad, aceptó nuestra propuesta sin condiciones.

Dos son los motivos principales que nos han movido a sacar adelante este interesante proyecto. El primero de ellos es evidente: no podemos entender el desarrollo económico futuro fuera de las lindes de lo sostenible, y esa necesaria sostenibilidad pasa por redefinir el modelo energético actual. Más allá de las circunstancias coyunturales económicas por las que estamos atravesando derivadas de la pandemia provocada por la COVID-19, es imprescindible tener una visión a largo plazo con una apuesta por la innovación y la modernización de las economías, lo que constituye una oportunidad para actualizar políticas y adecuarlas al cambio de modelo energético que ya se está produciendo. Aquellas economías que se muevan en esta dirección se pondrán a la cabeza de este proceso de cambio y llevarán mucho camino avanzado. Sin embargo, para el caso de España, el camino seguido en el terreno energético no ha sido del todo idóneo, en palabras del propio Folgado: *“la energía ha sido en cierta medida un factor limitador más que impulsor del desarrollo económico en España, debido sobre todo a la muy alta dependencia exterior, al aislamiento eléctrico del resto de Europa, a la deficiente política de precios aplicada y a los obstáculos a la exploración y explotación de posibles fuentes energéticas propias”*.

El segundo de los motivos, e igualmente evidente, es el autor. En José Folgado concurren dos características fundamentales que incorporan un plus de calidad extra al presente trabajo: su trayectoria como economista y su conocimiento de primera mano del tema del que trata el estudio fruto de su actividad profesional en los diferentes cargos que ocupó tanto en la Administración Pública como en el ámbito privado.

El manual se presenta con una estructura clara que facilita su consulta. Si bien el trabajo está centrado en la política energética española, a través de sus cinco capítulos se abordan conceptos básicos en este campo, así como las áreas geográficas que más están influyendo en el devenir del nuevo modelo energético, los grandes objetivos que lo promueven, las medidas que se están proponiendo en la política energética para hacer realidad el desarrollo económico sostenible, y las vías de acceso universal a las nuevas energías, con referencias al enorme potencial de desarrollo que tienen grandes áreas del planeta.

Lamentablemente, nuestro querido colega, José Folgado, no ha podido ver publicado el magnífico trabajo realizado pues al pasado 23 de marzo falleció por causa del coronavirus. Es para este Consejo General un honor rendirle nuestro particular homenaje con la publicación de esta obra, difundiendo así el legado de este economista que, sin duda, ocupará un puesto importante en el mundo académico y del que sus descendientes estarán seguro muy orgullosos.

Valentín Pich
PRESIDENTE
Consejo General de Economistas de España

Pascual Fernández
VICEPRESIDENTE
Consejo General de Economistas de España

En términos históricos, el planeta Tierra está entrando en una etapa de crisis climática. El deshielo de los polos, la contaminación de las ciudades —con una población mundial cada vez más urbanita— y la intensidad, frecuencia y gravedad con la que se suceden fenómenos atmosféricos adversos (sequías, inundaciones, tornados y desaparición de especies animales y vegetales) están despertando el interés y la preocupación de los líderes políticos a escala mundial. Se acepta que nos encontramos ante unos preocupantes acontecimientos que están siendo contrastados y certificados con las más modernas técnicas de análisis. No parece discutible que tales hechos tienen un carácter antropogénico, es decir, que son producto de la acción humana en proporción relevante y creciente desde el inicio de la era industrial.

La referencia básica que certifica la preocupación al respecto de los líderes de todo el planeta nos la da la cumbre de París de diciembre de 2015, en la Conferencia de las Partes convocada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 193 países suscriben unos compromisos de actuación coherente con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el cambio climático. Ciertamente, el análisis crítico de un modelo de crecimiento económico, que se aleja cada vez más de las exigencias del desarrollo sostenible, viene de décadas anteriores.

En el ámbito universitario proliferan los estudios ya desde los años 70 sobre la conveniencia o necesidad de intervención del sector público, por la vía regulatoria y fiscal, para hacer frente a los efectos adversos, en forma de contaminación del aire y del agua y la emisión de otros residuos, que realizan empresas, instituciones y personas, en la producción de bienes, prestaciones de servicios y en el consumo, siendo éste un coste que no se incorpora al precio del producto. También desde el punto de vista político, debe recordarse que el 11 de diciembre de 1997, 129 países representantes del 61,1% de las emisiones globales, firmaron el Protocolo de Kioto que refleja el compromiso de luchar contra el cambio climático.

El balance global hasta el presente no puede calificarse de positivo en el sentido de que las emisiones de GEI han seguido aumentando a lo largo de este siglo. No obstante, se han ido sentando las bases, aunque de manera irregular por países, para reconducir la situación actuando sobre las causas o fuentes de las emisiones GEI. Los inventarios de emisiones adjudican a la energía en sus diversas manifestaciones, como la generación eléctrica, su uso en las viviendas o el combustible utilizado en el transporte, como principal responsable de dichas emisiones. En el caso de España el Inventario de Emisiones, en su edición 2019 referida a datos de 2017, lo sitúa en el 76,1%. Por ello, en las dos primeras décadas del presente siglo se ha avanzado en acciones encaminadas a una menor intensidad energética, a ir aumentando progresivamente el uso de fuentes renovables para producir electricidad e iniciarse el camino para un transporte sostenible.

La energía es uno de los bienes más básicos para la salud y el bienestar de los ciudadanos y, en este sentido, no parece discutible que el logro de una razonable seguridad en su abastecimiento haya centrado históricamente todas las prioridades políticas en la mayoría de los gobiernos del planeta. En la actualidad no debiera haber mayor prioridad en el mundo que tratar de garantizar en el horizonte de 2030 el suministro eléctrico a los 862 millones de personas (de ellos, 600 millones en África subsahariana) que, según la Agencia Internacional de la Energía, no disponían en 2018 todavía de este bien tan básico. La grandeza de la política a escala planetaria se encuentra en saber asumir el reto de poder conjugar esa garantía de obtención de fuentes energéticas a precios razonables para avanzar en el desarrollo de los pueblos, con la necesidad, ya urgente, de reformular el modelo energético para que aquel desarrollo socioeconómico sea sostenible. Hay conciencia de ello y por eso se firmó el Acuerdo de París.

Estamos viviendo un período transitorio complejo, y por eso es todo un desafío pasar desde un modelo de desarrollo basado en los conocidos productos fósiles (productos petrolíferos, gas y carbón) y el motor de combustión interna —ciertamente muy eficaz para sacar a una parte importante del planeta de la miseria durante todo el siglo XX— a otro modelo en el que de manera progresiva predominen las energías limpias sin los mencionados efectos colaterales negativos. Estas energías, la mayoría de ellas de carácter renovable, tienen la característica de estar ampliamente distribuidas en el planeta, sus costes de funcionamiento son muy reducidos, y la inversión en sus componentes y equipos ha visto reducir sustancialmente su precio durante los últimos 10 años, y seguirá en la misma línea según las previsiones. Se llama la atención, a este respecto, sobre el uso en rápido crecimiento de los minerales críticos y tierras raras, componentes necesarios en los equipos de las energías renovables, baterías y sistemas de almacenamiento eléctrico. En coherencia con el objeto de este trabajo, debe insistirse en evitar crear nuevos problemas ambientales con estos minerales y aplicar una auténtica economía circular con el reciclado y reutilización de esos productos.

El problema de la duración de este período transitorio, condicionado por desarrollos tecnológicos y decisiones políticas, no es indiferente porque va a afectar a las principales decisiones energéticas de los países en desarrollo que tienen urgencia por proporcionar energía eléctrica a todos sus habitantes, y lograr un ritmo de crecimiento económico elevado con las lógicas y positivas consecuencias, por ejemplo, para construir viviendas y comprar automóviles. Los países desarrollados tienen la responsabilidad no solo de adoptar medidas coherentes con el desarrollo sostenible en sus propios territorios, sino también apoyar a los países en desarrollo, especialmente en Asia y África subsahariana, desde los puntos de vista tecnológico, financiero, organizativo y de provisión de minerales críticos relacionados con las nuevas energías. Este es el asunto más grave a escala planetaria y ojalá una

nueva geoestrategia energética pueda protagonizar el proceso de salvación del planeta desde el punto de vista climático.

Son claramente positivas las decisiones que se están aplicando o programando en diversas regiones del mundo, siendo de destacar Europa, China y numerosos estados y ciudades de Estados Unidos para impulsar las energías renovables, corregir la contaminación en las ciudades y ganar en eficiencia energética. A ello le prestamos la adecuada atención en este trabajo. Pero se centra en mayor medida en España y llega a la conclusión de que nos encontramos ante la gran oportunidad histórica para hacer de la necesidad virtud. España ha sido históricamente muy dependiente de fuentes energéticas externas de carácter fósil para alimentar nuestro desarrollo. Los productos fósiles representan el 75% de la energía primaria en nuestro país. El nuevo modelo de energía limpia y distribuida sobre bases renovables le proporciona a España una ocasión, que hasta ahora no ha perdido –aunque haya sido con cierta irregularidad– para el desarrollo de equipos y la implantación de fuentes renovables en la generación eléctrica y para mejorar en eficiencia energética.

Queda mucho por recorrer, pero debe reconocerse el buen trabajo de la Comisión de Expertos para la Transición Energética entregado en el primer trimestre de 2018 y el importante y preceptivo Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) entregado a las autoridades comunitarias en el primer trimestre de 2019. Ambos trabajos han servido de base para nuestro análisis sobre los objetivos y medidas de política energética que ha fijado España como miembro de la Unión Europea. En este ámbito europeo se ha trabajado con intensidad en lo transcurrido de siglo, siendo de resaltar el “paquete de invierno” titulado *Energía Limpia para todos los Europeos* de noviembre de 2016 (Com 2016/860)

Al centrarnos aquí en la energía, como principal responsable de las emisiones GEI, quedan fuera de análisis otros importantes componentes como productos minerales, gases fluorados, industria química, residuos sólidos y la fermentación entérica, entre otros, cuyo tratamiento es de enorme importancia para una visión completa de los compromisos con el desarrollo sostenible.

Se ha pretendido en este trabajo tratar todos los elementos esenciales relativos a la transición energética y ecológica de alcance internacional, con especial incidencia, como no debía ser de otra forma, en los retos que tiene planteado nuestro modelo energético. Hemos querido desarrollarlo de forma asequible para todos los públicos, sin pérdida del elemental rigor. También se ha pretendido tratar todos los puntos más relevantes de manera bastante sucinta, lo que para muchos puede representar una limitación notable, crítica que aceptamos como un reto de cara a posibles nuevas ediciones.

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN	17
Algunos conceptos básicos	19
Estructura de este trabajo	28
CAPITULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA	33
Geoestrategia de la Energía. El Contexto Internacional	36
Luces y Sombras en el Proceso de Transición Energética en España	54
CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050	63
La Cuantificación de los Objetivos	67
El Exigente Compromiso en Reducción de las Emisiones GEI	68
El Protagonismo de la Electricidad sobre Bases Renovables	70
Importantes Avances pretendidos en Ahorro y Eficiencia Energética	75
Redes e Interconexiones: La 4ª Columna de la Construcción Europea en Energía y Clima	78
CAPITULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE	87
Medidas relativas a la Generación Renovable y su integración en el Sistema	89
Medidas para un Transporte Sostenible	94
Medidas en relación con la Edificación Residencial y Sector Terciario	100
La Mejora en la Eficiencia Energética de la Industria	106
Fiscalidad de la Energía y Sostenibilidad Ambiental	107
Gobernanza de la Transición Energética	109
Inversiones previstas y Efectos Socioeconomicos esperados	111
CAPITULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES	115
RESUMEN Y CONCLUSIONES	129
REFERENCIAS ESTADÍSTICAS, DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS	137

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN



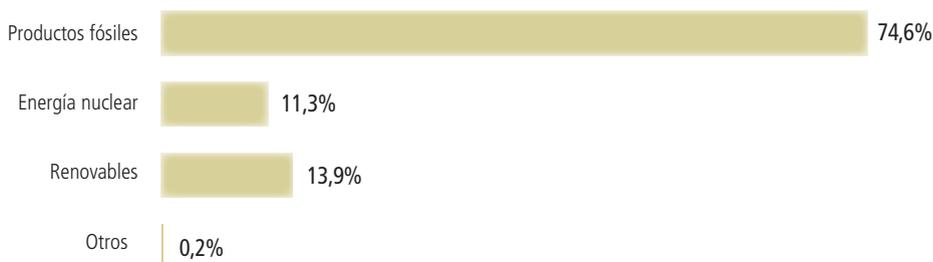
economistas
Consejo General

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS

Los países interpretan que la energía es un bien público tan esencial para la supervivencia y el desarrollo de los pueblos como lo es la sanidad, la educación, la seguridad y defensa o el orden interno. La energía, tal como la usamos, reviste diversas formas y lo cierto es que en un día ordinario, casi todas nuestras acciones implican el uso de energía en forma tan rutinaria como encender la luz, usar agua caliente, utilizar el microondas o la cocina para las comidas, coger el coche o un medio de transporte colectivo para movernos, poner la calefacción en casa, además del uso masivo de la energía en todas las actividades económicas. Unas veces es la electricidad, otras el gas, y en otras ocasiones la gasolina o el diésel. Estas constituyen la mayoría aplastante de las formas que adopta la **energía final** tal como la consumimos en todo el mundo. En España, los mencionados productos petrolíferos (mayoritariamente gasolina, diésel y keroseno) representan el 52,9% de la energía consumida, el gas otro 16,5% y la electricidad el 22%. El restante 8,6% adopta formas tan diversas como el carbón, que no se use para producir electricidad, y los gases derivados, los residuos y algunas energías renovables que tampoco se utilicen para producir electricidad.

La vía más ordinaria de analizar y reflexionar sobre la energía es ir a sus componentes, es decir, las fuentes de esa energía que consumimos. A esto se le llama **energía primaria**. Debemos saber que en nuestro país los productos fósiles –petróleo, gas y carbón– constituyen la fuente abrumadoramente mayoritaria, el 74,6% de la energía primaria; las renovables –hidráulica, eólica, solar, geotérmica, biomasa, biocarburantes y residuos renovables– representan el 13,9%; la energía nuclear, el 11,3%; y el resto, otro 0,2%, consiste en algunos residuos no renovables y ajustes y los intercambios internacionales de energía eléctrica¹.



1. Es recomendable ver el libro anual que edita el Foro Nuclear Español con series históricas de la mayoría de las variables sobre energía y medio ambiente.

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN

De los anteriores datos, reflejados en el cuadro I.1, cabe extraer diversas enseñanzas. En primer lugar, la electricidad representa menos de la cuarta parte de toda la energía final que consumimos. En segundo lugar, se puede deducir de ese cuadro pero se verá con más claridad en el cuadro I.4, que en torno al 40% de esa energía eléctrica que consumimos se genera con productos que emiten CO₂, como carbón y Gas Natural. Por último, de toda la energía primaria, solo el 13,9% son fuentes renovables, y sube hasta el 25,2%, el total de los componentes de la energía primaria no emisores de gases GEI, si añadimos la energía nuclear.

CUADRO I.1. COMPONENTES DE LA ENERGÍA PRIMARIA Y FINAL. ESPAÑA, 2018

ENERGÍA PRIMARIA			ENERGÍA FINAL		
COMPONENTE	KTEP	%	COMPONENTE	KTEP	%
Carbón	11.126	8,6	Carbón y gases del carbón	1.799	2,0
Petróleo	58.089	44,9			
Gas Natural	27.298	21,1	Productos petrolíferos	48.702	52,9
Nuclear	14.619	11,3	Gas	15.219	16,5
Hidráulica	2.826	2,2	Electricidad	20.292	22,0
Eólica, Solar, Geotermia	7.427	5,7	Energías renovables y residuos	6.180	6,7
Biomasa, biocarburante y residuos renov.	7.729	6,0			
Residuos no renovables y ajustes	-695	-0,5			
Saldo	955	0,7			
Total	129.373	100,0	Total	92.122	100,0

Ktep: miles de toneladas equivalentes de petróleo. Todos los productos homogeneizados en esta unidad.

Fuente: MITECO, Foro Nuclear y elaboración propia. Clasificación según metodología AIE

Como la energía es un bien esencial para el desarrollo de los pueblos, el objetivo básico de todos los gobiernos ha sido tradicionalmente el de la **seguridad de suministro**, con tanta mayor preocupación cuanto más elevada sea la dependencia exterior de los principales productos energéticos. A todos nos vienen a la mente ejemplos de cómo las grandes potencias no han dudado en intervenir, cuando ha sido necesario, para garantizar esa seguridad tanto en la extracción de recursos como en su transporte desde los países productores, especialmente de productos petrolíferos.

En segundo lugar, aunque de manera irregular y a veces contradictoria, se fija el objetivo de unos precios razonables para salvaguardar la **competitividad económica** y con ello el crecimiento y bienestar de los ciudadanos, utilizando diversos instrumentos, desde los fiscales y presupuestarios hasta los regulatorios, así como la cooperación internacional o diversas formas de presión. En el próximo

capítulo se expondrán algunos conceptos y ejemplos de la geoestrategia de la energía al servicio, sobre todo, del objetivo de garantizar fluidez en la explotación y suministro de este bien tan esencial.

Pero, atendiendo al encabezamiento de este trabajo, es necesario tratar de responder a tres cuestiones básicas yendo más allá de los objetivos mencionados de seguridad de suministro de energía y obtenerla a unos precios razonables para facilitar la competitividad y el crecimiento. Las tres preguntas son: a) en qué medida el modelo de crecimiento actual es sostenible en el tiempo; b) en qué grado la energía es causante de los problemas de sostenibilidad en el crecimiento, y c) cuáles son los planteamientos actuales, que centrarán el grueso de este estudio, para tratar de paliar hasta su eliminación los efectos nocivos para el medio ambiente con el uso de la energía. Es lo que se entiende por la proclamada **transición energética**.

A. EL MODELO DE CRECIMIENTO ACTUAL NO ES SOSTENIBLE

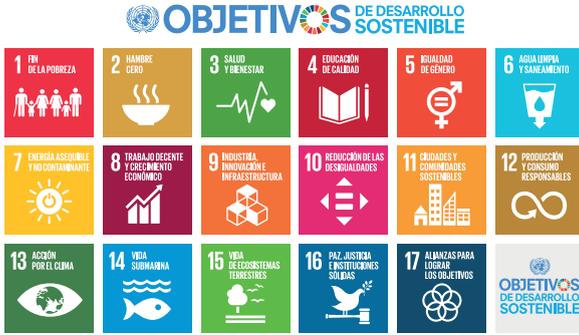
Es sabido que un modelo de desarrollo socioeconómico deja de ser sostenible cuando en el proceso de creación de riqueza y bienestar se generan unos efectos negativos, especialmente de carácter medioambiental, que limitan el crecimiento del mañana. Dicho en términos positivos: el desarrollo de los pueblos es sostenible si satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones venideras de satisfacer sus propias necesidades y aspiraciones de progreso. La acción del hombre no ha sido coherente con este principio en su historia pero especialmente desde el inicio de la industrialización, sufriendo las consecuencias de cambio climático y calentamiento global. Se destacan por los expertos los graves problemas de contaminación de las ciudades, el deshielo de los casquetes polares y la mayor frecuencia e intensidad de graves acontecimientos como tormentas, huracanes, sequías e inundaciones, que ponen en peligro el futuro del progreso humano². Durante las dos primeras décadas de este siglo se han ido sentando las bases para la adquisición de una conciencia generalizada sobre la necesidad de actuar para corregir la senda del calentamiento global y recuperar la del desarrollo sostenible.

Dos iniciativas de las Naciones Unidas de 2015, la Agenda 2030 y el Acuerdo de París, ejemplifican de manera práctica e histórica la preocupación mundial sobre la necesidad de actuar en esta materia.

La Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó el 25 de septiembre de 2015 la Resolución sobre la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Se fijan 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas. Estos objetivos son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental. A los efectos de este trabajo importa

2. Véase a título de ejemplo, David Wallage-Wells: *The Uninhabitable Earth. Life After Warming*. Tim Duggan Books, 2019. Véase también Carlos Sallé: *Riesgos y Oportunidades en la Transición Energética y el Cambio Climático*. Conferencia en la Universidad Autónoma de Madrid, 6 de mayo de 2019.

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN



destacar aquí dos de los 17 ODS: el 7 (Energía Asequible y no Contaminante) y el 13 (Acción por el Clima). El objetivo 7 fija garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos, aumentar hasta 2030 considerablemente la proporción de energías renovables en el conjunto de fuentes energéticas y duplicar la tasa mundial de eficiencia

energética. El último informe de seguimiento por la ONU de 2018 de la Agenda 2030 informa que entre 2.000 y 2.016 la proporción de la población mundial con acceso a la electricidad aumentó del 78% al 87%, aunque todavía quedan cerca de 1.000 millones de personas que viven sin electricidad. También se afirma que unos 3.000 millones de personas (4 de cada 10 personas) aún no tienen acceso a tecnologías y combustibles limpios para cocinar.

El objetivo 13 se centra en adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Este objetivo tiene su concreción máxima en el Acuerdo de París del que se hace seguimiento en cuanto al número de Partes que lo ratifican y de la presentación de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN).

El **Acuerdo de París**, alcanzado en diciembre de 2015, en la XXI Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, fue un hito histórico, al menos en la exteriorización de una voluntad muy mayoritaria de los países del planeta (193), que se han adherido al Acuerdo, de luchar contra el cambio climático. Se asume el compromiso de contener el incremento de la temperatura de la Tierra “claramente por debajo de los 2°C” con respecto al nivel preindustrial, esforzándose para limitarlo a 1,5°C, así como alcanzar la neutralidad de las emisiones entre 2050 y 2100. Este acuerdo no es vinculante, pero los países firmantes se han comprometido a preparar, comunicar y mantener las contribuciones nacionales en el futuro (las NDCs por sus siglas en inglés) para alcanzar los objetivos marcados. En este sentido, se ha establecido que cada cinco años, comenzando en 2023, tenga lugar una evaluación de la aplicación del acuerdo. Las siguientes sesiones de la Conferencia de las Partes –la COP22 en 2016 en Marrakech, la COP23 en 2017 en Bonn y la COP24 en Katowice– se han dedicado, entre otros, a los temas sensibles relacionados con el suministro de información de los países, la financiación aportada por los países más desarrollados, la atención a las poblaciones del mundo más vulnerables, y los relacionados con la agricultura y ganadería y su aportación a la lucha contra el cambio climático.

Las dos próximas décadas del siglo XXI van a registrar el cambio más profundo en las características del desarrollo económico mundial desde la invención del motor de combustión interna en la segunda mitad del siglo XIX, con el despliegue masivo de la energía eléctrica generada con fuentes renova-

bles, aunque no será uniforme dependiendo de algunos desarrollos tecnológicos que pueden ser disruptivos. Es una energía más limpia, más distribuida y más asequible basada sobre todo en el sol y el viento, que se une a la histórica y envidiable energía hidroeléctrica. Debiera ser la gran oportunidad para el desarrollo socioeconómico de todo el planeta, porque sus características la convierten en fácilmente incorporable a todas las regiones y territorios. La financiación no debiera ser problema, habida cuenta de la sustancial caída en los precios de las energías renovables, sus casi nulos gastos de funcionamiento, su carácter distribuido y las importantes cantidades que asignan los países desarrollados a ayuda al desarrollo, siempre que exista una elemental capacidad organizativa sobre bases éticas, algo que desgraciadamente falta en algunos países en desarrollo que disponen de sobrados recursos naturales.

B. LA ENERGÍA, PRINCIPAL RESPONSABLE DE LAS EMISIONES GEI

En cuanto a la segunda cuestión planteada —en qué medida la energía es responsable de las emisiones de GEI— tampoco hay mucha duda de su carácter absolutamente mayoritario. La tabla inventario IPCC-CRF del Ministerio de Transición Ecológica, en su edición 2019 referida a 2017, (véase cuadro I.2), cifra en el 76,1% la cuota de aportación de la energía (generación y transporte) al total de emisiones brutas, homogeneizadas en términos de CO₂ equivalente. El resto corresponde en el 8,3% a procesos industriales y uso de otros productos, un 11,62% a la agricultura y un 3,98% a residuos. Estos otros elementos, entre los que destacar en concreto el metano, el SF₆ o los residuos plásticos, contribuyen también de manera importante a la contaminación ambiental y exigen su propio tratamiento. En este trabajo nos centramos en la energía, causante de la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)³.

3. Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) los que forman parte de la atmósfera natural y antropogénica (emitidos por la actividad humana), cuya presencia contribuyen al efecto invernadero. Los gases definidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático son los seis siguientes:

- *Dióxido de carbono* (CO₂): principal responsable del efecto invernadero. La concentración en la atmósfera es debido al uso de combustibles fósiles para procesos industriales y medios de transporte. Su emisión procede de todo tipo de procesos de combustión: petróleo, carbón, madera o bien por las erupciones volcánicas.
- *Metano* (CH₄): su origen se encuentra en las fermentaciones producidas por bacterias anaerobias especializadas en zonas pantanosas, cultivos como el arroz y en las emisiones desde el tracto intestinal del ganado. También se produce por los escapes de los depósitos naturales y conducciones industriales.
- *Óxido Nitroso* (N₂O): es un gas de efecto invernadero que se produce principalmente por el uso masivo de fertilizantes nitrogenados en la agricultura intensiva. También lo producen las centrales térmicas, los tubos de escape de automóviles y motores de aviones, quema de biomasa y fabricación de nailon y ácido nítrico.
- *Hidrofluorocarbonos* (HFC): son gases que se utilizan para reemplazar sustancias que agotan la capa de carbono. Son poco significativos.
- *Perfluorocarbonos* (PFC): estos gases se utilizan como productos intermedios en la fundición de aluminio y en la fabricación de semiconductores.
- *Hexafluoruro de azufre* (SF₆): este gas se utiliza como aislante en interruptores y equipos eléctricos. También en la fabricación de semiconductores y en la manipulación del magnesio. Está en concentraciones muy bajas pero es un gas 22,2 veces más eficaz que el CO₂ por unidad de masa.

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN

CUADRO I.2: ACTIVIDADES CAUSANTES DE LAS EMISIONES GEI (KT DE CO2 EQUIVALENTE Y DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL)

	1990	2005	2015	2016	2017	2017DIST.%
Total (Emisión Bruta)	288.492,48	441.038,21	337.598,74	326.383,41	340.230,88	100,0
1. Energía	213.171,91	343.553,49	254.438,34	243.847,80	258.913,24	76,10
A. Actividades de combustión	209.305,28	340.069,35	249.885,48	239.247,83	254.287,57	74,74
1. Industrias de la energía	78.911,52	126.739,15	86.404,56	71.052,71	81.247,59	23,92
2. Combustión estacionaria en la industria	45.086,03	68.176,77	40.117,01	40.588,03	43.461,51	12,77
3. Transporte	58.655,37	102.300,48	83.235,24	86.103,01	88.784,46	26,10
4. Otros sectores	26.351,80	42.347,73	39.607,37	41.014,19	40.308,07	11,85
5. Otros	300,56	505,23	521,30	489,90	485,95	
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	3.866,62	3.484,14	4.552,86	4.599,97	4.625,66	1,36
1. Combustibles sólidos	1.637,97	693,07	134,01	89,80	83,11	0,02
2. Petróleo y gas natural	2.228,65	2.791,07	4.418,85	4.510,17	4.542,55	1,34
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	29.707,10	44.082,32	31.002,09	30.531,25	28.247,33	8,30
A. Productos minerales	15.118,97	21.427,91	12.143,23	12.159,81	12.393,60	
B. Industria química	8.456,93	6.222,54	4.144,44	4.257,39	4.207,03	
C. Producción metalúrgica	4.755,01	3.887,94	4.450,72	3.968,17	3.068,92	
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	907,76	1.076,33	803,21	823,60	844,83	
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	
F. Consumo de gases fluorados	-	10.618,40	8.929,27	8.763,75	7.167,17	
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	468,42	849,21	531,22	558,52	565,77	
H. Otros	-	-	-	-	-	
3. Agricultura	36.302,76	40.532,19	38.257,92	38.353,07	39.524,51	11,62
A. Fermentación entérica	15.291,52	18.313,22	16.569,94	16.846,17	17.062,74	5,02
B. Gestión del estiércol	8.702,33	9.846,44	8.521,38	8.644,13	8.948,77	2,63
C. Cultivo de arroz	371,44	485,28	439,99	469,66	469,66	0,14

	1990	2005	2015	2016	2017	2017DIST.%
D. Suelos agrícolas	10.761,38	11.451,84	12.207,44	11.871,26	12.420,37	3,65
E. Quemadas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	676,70	18,62	14,49	11,90	11,90	0,00
G. Enmiendas calizas	82,85	97,93	39,04	40,14	41,24	0,01
H. Aplicación de urea	416,55	318,86	465,64	469,81	569,84	0,17
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	9.310,72	12.870,21	13.900,39	13.651,29	13.545,80	3,98
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	5.473,80	9.509,49	10.738,23	10.454,74	10.367,80	3,05
B. Tratamiento de aguas residuales	131,92	424,96	661,70	635,13	634,69	0,19
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	291,11	144,10	148,55	149,39	148,93	0,04
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	3.370,00	2.774,12	2.351,13	2.376,30	2.393,59	0,70
E. Otros-Extendido de lodos	43,89	17,54	0,78	35,73	0,78	0,00

Fuente: Informe Inventarios GEI (1990-2017). Edición 2019. Ministerio para la Transición Ecológica.

No sería razonable y demostraría ignorancia si no se asumiese que el desarrollo de la industria del motor de combustión interna ha sido el elemento central de la prosperidad alcanzada por una parte relevante de la humanidad durante el siglo XX y principios del siglo XXI. Los desarrollos tecnológicos alcanzados por varios países y empresas tanto en la industria del motor como en la prospección, extracción, transporte y transformación de los productos fósiles han sido envidiables proporcionando legítimo orgullo a sus protagonistas, porque han supuesto la gran oportunidad de desarrollo económico y empleo para muchos millones de personas y es la principal fuente del surgimiento de la gran clase media existente en muchos países sobre todo en occidente.

Pero, no hay duda que, en la actualidad, cualquier observador objetivo de las grandes tendencias mundiales en materia de energía encuentra fundamento para afirmar que nos hallamos ante un ver-

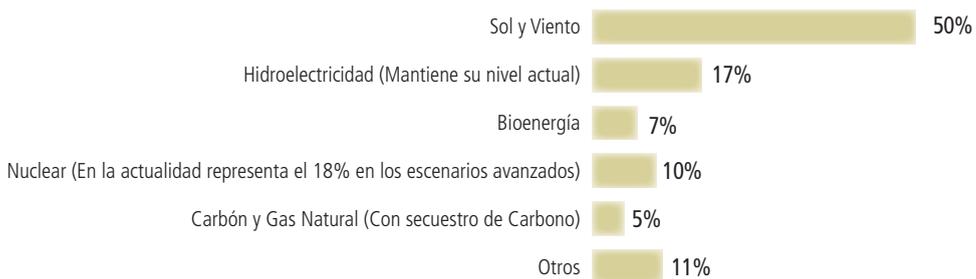
CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN

dadero cambio histórico del modelo en la oferta y demanda de este bien tan esencial, que va a propiciar un salto enorme hacia un desarrollo social y económico más sostenible del planeta. Es un cambio en el que, sin perder valor y vigor el principio clásico de la seguridad de suministro de inputs energéticos, se eleva al primer plano el de la sostenibilidad ambiental, la reducción de gases contaminantes y su efecto invernadero en niveles nocivos.

C. PLANTEAMIENTOS ACTUALES PARA PALIAR, HASTA SU ELIMINACIÓN A LARGO PLAZO, LOS EFECTOS NOCIVOS PARA EL MEDIO AMBIENTE DEL USO DE LA ENERGÍA

La forma más pragmática de afrontar inicialmente esta cuestión es recurrir al punto de partida de los principales indicadores en el último año disponible, 2018, en cuanto a emisiones de CO₂, energía primaria, generación eléctrica y energía final, es decir, principales destino del uso de la energía (industria, transporte, edificación), y ver qué se precisa para lograr los objetivos de desarrollo sostenible deseados a nivel internacional y manifestados en el Acuerdo de París a finales de 2015. La Agencia Internacional de la Energía, en su Informe Anual de Perspectivas de la Energía a nivel Internacional, editado en noviembre de 2019, abre dos escenarios de comportamiento a partir de dichos indicadores en 2018: el llamado el escenario actual de las políticas aplicadas y el escenario coherente con el desarrollo sostenible en los horizontes 2030 y 2050. Estos datos se recogen en el cuadro I.3.

Lo primero que llama la atención es el volumen de emisiones de CO₂, que en 2018 alcanzan los 33,2 Gt, y en el escenario tendencial actual no solo no se verían reducidas sino ligeramente incrementadas en los mencionados horizontes 2030 y 2050, mientras que en el escenario de desarrollo sostenible se plantea una drástica reducción de emisiones, situándose en los 25,2 Gt en 2030 y en solo 9,75 Gt en 2050, debido al estancamiento esperado en el volumen de energía primaria ofertada, la reducción a la mitad de las emisiones de CO₂ en la generación eléctrica en 2030 y la práctica ausencia de emisiones en dicha generación en 2050, lo que tiene mucho que ver con la reducción o eliminación del uso de carbón y del Gas Natural (o el secuestro del carbono) en el mix de generación. De hecho, según la AIE este mix de generación a escala mundial coherente con el desarrollo sostenible estaría compuesto de la siguiente manera:



CUADRO I.3. KEY ENERGY INDICATORS IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND STATED POLICIES SCENARIOS

	2018	Sustainable Development		Stated Policies	
		2030	2050	2030	2050
SDG 7: Access (million people)					
Population without access to electricity	862	0	0	623	736
Population without access to clean cooking	2 651	0	0	2 302	1 538
Related premature deaths	2.5	0.6	0.8	2.4	1.8
SDG 13: Energy-related GHG emissions					
CO ₂ emitted (Gt)	33.2	25.2	9.75	34.9	35.9
CO ₂ captured with CCUS (Mt)	32	763	2 776	71	154
Methane (CH ₄) (Mt)	127	51	30	116	108
<i>of which from oil and gas operations</i>	77	20	14	66	63
SDG 3: Air pollution (million people)					
Premature deaths from energy-related outdoor air pollution	3.0	2.7	3.0	3.6	5.1
Primary energy supply					
Total primary energy supply (Mtoe)	14 314	13 750	13 110	16 311	18 832
Share of low-carbon supply	19%	30%	61%	23%	29%
Energy intensity of GDP (toe/\$1 000)	106	67	37	79	53
<i>average annual reduction from 2018</i>		3.8%	3.2%	2.4%	2.1%
Power generation					
CO ₂ intensity of power (g CO ₂ /kWh)	476	237	23	370	262
Share of low-carbon generation	36%	61%	94%	46%	57%
<i>of which renewables</i>	71%	80%	84%	80%	86%
Final consumption					
Total final consumption (Mtoe)	9 954	9 904	9 225	11 607	13 555
<i>of which renewables</i>	10%	21%	44%	14%	21%
Industry					
Share of electricity	28%	31%	40%	29%	31%
CO ₂ intensity (t CO ₂ /\$1 000 VA)	0.26	0.15	0.06	0.20	0.15
Transport					
Electric cars % of new car sales	2%	47%	72%	15%	27%
Carbon intensity of new PLDVs (g CO ₂ /v-km)	175	62	21	121	90
Carbon intensity of truck fleet (g CO ₂ /t-km)	82	55	21	65	50
Shipping emissions (Mt CO ₂)	878	832	435	1 064	1 276
Aviation emissions (Mt CO ₂)	982	925	625	1 217	1 661
Buildings					
Energy intensity: residential (toe/dwelling)	1.04	0.72	0.59	0.94	0.88
Energy intensity: services (toe/\$1 000 VA)	0.016	0.012	0.007	0.014	0.010

Notes: Mt = million tonnes; CCUS = carbon capture, utilisation and storage; GDP = gross domestic product; PM_{2.5} = particulate matter with a diameter of less than 2.5 micrometres; Mtoe = million tonnes of oil equivalent; toe = tonnes of oil equivalent; t = tonnes; \$ = USD (2018); g = grammes; kWh = kilowatt-hour; VA = value added; PLDVs = passenger light-duty vehicles; v-km = vehicle-kilometre; t-km = tonne-kilometre. Buildings: services include public and commercial buildings. See Annex B for details of the scenarios.

ESTRUCTURA DE ESTE TRABAJO

En el próximo capítulo, se hará referencia sintética a los planteamientos y decisiones programáticas más relevantes que se están formulando en los principales países y regiones del planeta en materia de energía para atender no sólo al objetivo de seguridad de suministro, sino también a que ese suministro se haga en condiciones de sostenibilidad ambiental y asequible para todos. Nos centraremos en el Capítulo II en las tres grandes áreas geográficas que, por su volumen económico y tecnológico y por los planteamientos que están llevando a cabo, son las que más están influyendo en el devenir del nuevo modelo energético a escala planetaria: Estados Unidos, China y la Unión Europea (UE), prestando especial atención a la evolución de la transición energética en nuestro país.

Cabe anticipar aquí que la **Unión Europea (UE)** ha dado sobradas muestras de preocupación por aplicar una política energética sostenible desde antes del Acuerdo de París. En particular, deben ser mencionados cuatro hitos.

- En primer lugar, la publicación en 2009 del *Paquete de Energía y Cambio Climático 2013-2020*, fijando para la última fecha los objetivos conocidos como el 20-20-20, referidos a reducción de emisiones, porcentaje de renovables y de mejora en la eficiencia energética.
- En segundo lugar, la publicación por la Comisión en 2011 de una Comunicación donde se establece la *Hoja de Ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050*.
- En tercer lugar, el Consejo Europeo aprueba unas conclusiones muy importantes en 2014 cuantificando los objetivos a 2030 en materia de reducción de emisiones, cuota de energías renovables, eficiencia energética y sobre interconexiones eléctricas.
- Por último, el 30 de noviembre de 2016, es decir, un año después del Acuerdo de París, se presentó el “**paquete de invierno**”, con un conjunto de propuestas de directivas y reglamentos para acelerar la transición hacia una energía limpia buscando la coherencia con los objetivos de cambio climático y al mismo tiempo mantener un sistema energético seguro y competitivo.

En cuanto a **Estados Unidos**, es cierto que su presidente, Donald Trump, ha declarado su desvinculación del Acuerdo de París, proclamando como objetivo prioritario alcanzar la autonomía energética y precios más competitivos sobre la base de los tres productos fósiles históricos: petróleo, gas y carbón. Esa política es aparentemente contradictoria con los grandes objetivos mundiales de sostenibilidad ambiental. Sin embargo, el resultado está siendo el de la reducción del uso del carbón, contribuyendo al descenso de las emisiones de CO₂ en Estados Unidos, y al mismo tiempo ha servido para reducir sustancialmente su déficit exterior, el aumento de la oferta de petróleo y gas y la contención de los precios de los productos petrolíferos debido al enorme auge del shale oil con las nuevas tecnologías de *fracking*.

El otro gran país consumidor de energía, **China**, también tiene históricamente una gran dependencia energética exterior y su alto ritmo de crecimiento económico le lleva a seguir aumentando el uso del carbón y energía nuclear, así como importaciones muy voluminosas y crecientes de gas tanto de Estados Unidos como de Rusia. No obstante, se observan movimientos muy importantes en cuanto a paralizar numerosas centrales de carbón en curso y a intensificar el despliegue de energía solar y eólica y desarrollos tecnológicos relacionados con dichas tecnologías renovables y con el almacenamiento energético eléctrico.

Algunas proyecciones obligan a ser pragmáticos en cuanto a las limitaciones que tienen las energías renovables, y seguirán teniendo todavía en los próximos años para adquirir un carácter claramente mayoritario en el balance energético. Las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía sitúan el aumento de la extracción de productos petrolíferos desde 2017 a 2030 en un 23% y la demanda mundial de estos productos aumentará durante ese período a una media anual del 1,5-2%, que es la tasa media de las cinco últimas décadas. Es cierto que la expansión esperada más intensa se produce en el gas, que es la mitad de contaminante que el carbón, y que durante los próximos 20 años será el apoyo necesario para atender al problema de la variabilidad o intermitencia que tienen las energías renovables en su funcionamiento.

El desarrollo de las tecnologías de almacenamiento eléctrico (puesto que hoy en día no existe una tecnología viable de almacenamiento en gran escala), el deseable aumento del bombeo⁴ y el aumento de las interconexiones eléctricas a nivel internacional serán factores que a largo plazo permitirán una penetración totalmente mayoritaria de energías renovables en toda Europa sin problemas de seguridad de suministro. Estas energías están mucho mejor distribuidas que las históricas de productos fósiles, y además sus costes variables de generación tienden a cero porque no tienen que utilizar combustibles como las energías convencionales de carbón, gas o nuclear, lo que permitirá un abaratamiento de la energía. En resumen, los desarrollos tecnológicos relacionados con la movilidad sostenible, el almacenamiento eléctrico y la eficiencia energética, las reglas de mercado que permitan una competencia saludable y estimulen las elevadas inversiones privadas necesarias, así como los condicionantes posibles, en relación con la oferta de materias primas o minerales estratégicos para las energías renovables, son los principales ingredientes que van a ir definiendo en gran medida el ritmo de implementación de la transición energética.

El grueso de este trabajo se centrará, como es lógico, en la **política energética española**, desde la perspectiva de los tres grandes objetivos arriba mencionados pero, sobre todo, como manifiesta el título de este trabajo, se analiza dicha política energética en relación con el desarrollo sostenible eco-

4. Técnica de almacenar agua en un embalse superior que había sido turbinada, utilizando para que sea sostenible y rentable energía renovable en horas valle, normalmente de noche. En la actualidad hay una capacidad de bombeo de unos 5.000 MW. La potencia total instalada de energía hidroeléctrica, solar y eólica asciende a unos 51.000 MW, que es la mitad del total de potencia eléctrica instalada en España.

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN

nómica y ambientalmente. La sostenibilidad ambiental, aunque de manera lenta e irregular, ha ido asumiendo en nuestro país creciente protagonismo durante las dos últimas décadas, de forma que la capacidad eléctrica instalada con fuentes renovables se sitúa en 2019 en cerca del 50%, cifra por encima de la media a nivel internacional, sobre todo por el gran despliegue de energía eólica, aunque en los últimos años se pierden posiciones debido, entre otras causas, a la crisis económica y problemas financieros que se analizarán más adelante.

En coherencia con la búsqueda de seguridad de suministro en ese contexto, nuestro país implantó una más que aceptable diversificación de *mix* de tecnologías de generación eléctrica y construyó varias plantas de regasificación que han hecho disminuir riesgos de suministro. Además, es ejemplar la dotación de excelentes redes de infraestructuras eléctricas, gasísticas y de hidrocarburos, así como un sistema de operación del sistema eléctrico que es considerado pionero en el mundo por el desarrollo tecnológico incorporado para garantizar la seguridad y estabilidad de suministro en el contexto difícil de muy escasas interconexiones internacionales y fuerte despliegue de renovables que tienen el problema de la intermitencia.

Se debe reconocer, con todo, que la energía ha sido en cierta medida un factor limitador más que impulsor del desarrollo económico en España, debido sobre todo a la muy alta dependencia exterior anteriormente mencionada, al aislamiento eléctrico del resto de Europa, a la deficiente política de precios aplicada y a los obstáculos a la exploración y explotación de posibles fuentes energéticas propias. También es importante, para sacar las lecciones oportunas, hacer referencia en el próximo capítulo a la irregular implantación de energía renovable en España con etapas de fuerte expansión, muy costosa porque España ha pagado, por su liderazgo precipitado, la "curva de aprendizaje", y el consiguiente parón posterior en su despliegue para reequilibrar el sistema financieramente.

Sin embargo, en este trabajo preferimos centrarnos en aquellos elementos que a nuestro juicio van a hacer que la transición energética se convierta en una fuente importante de impulso al desarrollo económico sostenible en nuestro país. Son dignos de resaltar los análisis, proyecciones y propuestas que se han hecho recientemente, en especial el extenso y bien documentado informe de propuestas para la descarbonización de la Comisión de Expertos de Transición Energética, de marzo de 2018, y un año más tarde, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, todavía en fase de borrador, del Ministerio de Transición Ecológica. Excelentes equipos de los ministerios implicados y otros expertos externos han trabajado en lo que son las bases para una futura ley de cambio climático y transición ecológica que debe contemplar objetivos vinculantes cuantitativos coherentes con el conjunto de compromisos asumidos a nivel de UE, derivados del Acuerdo de París. Además, debe incluir un cronograma con hitos de cumplimiento de las diferentes medidas, procedimientos de verificación del grado de cumplimiento y de ajustes de los posibles desvíos. Esto es lo que constituye una gobernanza que debiera ser asumida con amplio consenso político en un tema tan importante y de largo plazo.

CUADRO I.4: ENERGÍA ELÉCTRICA (POTENCIA INSTALADA *VERSUS* COBERTURA DE DEMANDA), 2018

COMPONENTES	POTENCIA INSTALADA		COBERTURA DEMANDA	
	MW	%	GW/h	%
Hidráulica ⁽¹⁾	20.378	19,6	36.114	13,8
Nuclear	7.117	6,8	53.198	20,4
Carbón	10.030	9,6	37.274	14,3
Fuel-Gas	2.490	2,4	6.683	2,6
Ciclo Combinado ⁽²⁾	26.284	25,3	30.044	11,5
Eólica	23.507	22,6	49.570	19,0
Solar Fotovoltaica	4.714	4,5	7.759	3,0
Solar Térmica	2.304	2,2	4.424	1,7
Otras Renovables ⁽³⁾	865	0,8	3.557	1,4
Cogeneración	5.741	5,5	29.016	11,1
Residuos no renovables	491	0,5	2.435	0,9
Residuos Renovables	162	0,2	874	0,3
Total Potencia o Generación	104.094	100,0	260.974	100,0
Total Potencia o Generación Renovable	51.930	49,9	100.314	38,4
Consumos en Bombeo			-3.198	
Saldo Intercambios Int'l. ⁽⁴⁾			11.102	
Demanda Transporte (b.c)			268.877	

Fuente: Red Eléctrica de España y elaboración propia.

(1) Incluye bombeo; se elimina, a efectos de computo renovable, la turbinación de bombeo

(2) Incluye funcionamiento en ciclo abierto

(3) Biogás, biomasa, hidráulica marina y geotermia

(4) Valor positivo: saldo importador

Ese análisis general nos permitirá profundizar con cierto detalle en el **Capítulo III** en los grandes **objetivos** que son los pilares del nuevo modelo energético: el compromiso –que resulta exigente pero necesario– de descarbonización, es decir, de reducción de las emisiones de GEI; el progresivo protagonismo de la electricidad sobre bases de generación renovable; los importantes y necesarios avances pretendidos en ahorro y eficiencia energética; y, por último, el necesario papel de las redes y las interconexiones que se les reconoce como la cuarta columna del nuevo modelo energético.

El **Capítulo IV** se centra en describir y valorar el conjunto de **medidas** que se están proponiendo en la política energética para hacer realidad el desarrollo económico sostenible. Son medidas que se cen-

CAPÍTULO I · INTRODUCCIÓN

tran en las principales fuentes emisoras de GEI a reducir o eliminar en los ámbitos de la generación eléctrica, el transporte, la edificación, el sector terciario y la industria. Le dedicaremos especial atención a ciertos instrumentos transversales como la fiscalidad y el funcionamiento del mercado eléctrico, con particular mención a las exigencias de garantía de potencia y a instrumentos de actuación sobre la demanda como la interrumpibilidad y los agregadores de demanda en la energía distribuida.

La tendencia es clara hacia el **predominio creciente de las energías renovables**, con una gradual sustitución de fuentes de energía contaminantes, lo que implica un proceso de creciente electrificación de la sociedad. La exposición de las reconocidas “virtudes” de las renovables como son su no contaminación, su implantación distribuida y sus costes variables casi nulos, además de su contribución a la reducción del crónico déficit comercial exterior, no debe ocultar cuestiones a resolver, en especial su carácter variable o intermitente difícilmente gestionable. Es una transformación que obliga a hacer una reflexión sobre los impactos en el empleo y el desarrollo territorial, que deberán tomarse en consideración sin que ello implique abandonar o adulterar una política energética al servicio del desarrollo económico sostenible.

Se cierra este trabajo con un **Capítulo V** dedicado al **acceso universal a las nuevas energías**, con referencias al enorme potencial de desarrollo que tienen grandes áreas del planeta, desde la India a muchas zonas de África, entre otros lugares, para los que la energía eléctrica es hoy día más una aspiración que una realidad. La bajada de costes de las nuevas energías, su capacidad de generación distribuida y las nuevas tecnologías asequibles, entre otros elementos favorables, representan una oportunidad para facilitar, con proyectos de pequeña dimensión adecuadamente distribuidos, la dotación abundante de energía y, con ella, de servicios básicos como los sanitarios, educativos, culturales, deportivos y residenciales, además de las infraestructuras del transporte y de las comunicaciones. Las instituciones internacionales, como el Banco Mundial y la ONU, deberían jugar un papel relevante de ayuda al desarrollo con dotación de las nuevas energías.

En particular, quedará en entredicho la aplicación del concepto de dignidad humana si no se asume a escala internacional el compromiso de proporcionar energía eléctrica a toda la población mundial en un horizonte razonable que no debería ir más allá de 2030. Todavía había, como ya hemos dicho, 862 millones de personas en 2018 sin acceso a este bien tan básico, de los que 600 millones corresponden al África subsahariana, área por otra parte cuyo aumento de población representa la mitad del de todo el planeta.

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO

CAPITULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA



economistas
Consejo General

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Hacia una energía más limpia, más barata, más democrática e impulsora del desarrollo socioeconómico sostenible

La transición energética se interpreta como un proceso, que será largo y no lineal, en función entre otros factores de la evolución tecnológica, de cambio desde una energía primaria basada mayoritariamente en productos fósiles (petróleo, gas y carbón) a otra menos contaminante con predominio de fuentes renovables sin apenas emisiones de GEI, como son, además de la tradicional hidroeléctrica, el viento, el sol, la biomasa, la geotermia, el hidrógeno o la mareomotriz.

El destino final será una energía más **limpia**, con apenas emisiones contaminantes asociadas a la fabricación de componentes, acumuladores o baterías y otros equipos; energía más **barata**, por cuanto el coste variable de generar energía renovable es prácticamente nulo a diferencia de las fuentes fósiles; es también una energía que se dice más **democrática** pues ya no son unos pocos países, emplazamientos y empresas que explotan la mayor parte de las fuentes convencionales de energía, sino prácticamente todos los consumidores podrán ser generadores y vendedores de energía en casi todos los países. Exigirá de la cooperación regional e internacional para ganar en eficiencia, pero ciertamente se convertirá en un mercado técnicamente liberalizado.

Por otra parte, la desaparición de la tradicional dependencia exterior de materias primas energéticas, o sea productos fósiles, desde unos pocos países puede favorecer un desarrollo mucho más generalizado. Serán otros factores como el clima, la posición geográfica, el desarrollo tecnológico y la buena organización política los que pueden contribuir al desarrollo socioeconómico de los países según el tipo de energía renovable, favorecido también por el gran descenso de los costes de fabricación de los componentes de estas energías.

España avanzó en la primera década de este siglo más que la mayoría de países en el despliegue de renovables y tecnologías asociadas. La corrección de ciertos desequilibrios financieros ha provocado una importante contención en el crecimiento del parque de renovables, pero existe una gran oportunidad de desarrollo actual y de futuro en el nuevo escenario de transición energética, como veremos más adelante.

Cómo se están posicionando los países y las empresas ante el proceso de cambio climático y de transición energética es una cuestión relevante como punto de partida para hacer realidad ese despliegue energético acorde con el desarrollo sostenible.

GEOESTRATEGIA DE LA ENERGÍA. El contexto internacional⁵

El desarrollo impresionante que ha registrado buena parte de los pueblos del planeta durante el siglo XX y lo transcurrido del siglo XXI ha sido posible por la masiva extracción de los productos fósiles mencionados. Y aún hoy siguen jugando un papel relativo relevante en la mayoría de los países para la generación eléctrica y tienen carácter abrumador todavía en todos los modos de transporte. La concentración en unos pocos países y empresas de la extracción de petróleo y gas formando un cártel –la OPEP– ha jugado históricamente un papel relevante en la política de oferta y precio de esta materia prima, generando ocasionalmente tensiones políticas y restricciones de oferta con la consiguiente escalada de precios⁶. En general puede afirmarse que ha habido una tónica de oferta suficiente y precio razonable requeridos por el desarrollo económico mundial gracias a la eficaz estrategia de cooperación internacional desarrollada por muchos países consumidores.

Un ejemplo relevante de esa cooperación fue la creación en 1974, a raíz de la primera gran crisis energética, de la **Agencia Internacional de la Energía (AIE)**. La AIE, compuesta por 30 países miembros y otros 8 asociados que representan el 75% del consumo global pero también de casi la mitad de la producción, ha jugado desde entonces un papel muy relevante como instrumento de diálogo entre productores y consumidores en torno a tópicos tan esenciales como la oferta estimada y coste de la misma. Con vistas a la garantía de suministro aporta información estadística, análisis y soluciones sobre todos los combustibles, así como sobre las tecnologías ayudando a gobiernos, industria y ciudadanos en sus decisiones.

De enorme importancia es la función de fijar reservas estratégicas de petróleo y gas con carácter vinculante, aunque con posibilidad de cooperación entre países al respecto. También es necesario resaltar que, de manera coordinada por los principales órganos de decisión, se pueden llevar a cabo acciones de liberación de reservas en casos de emergencia. En toda su historia, la AIE solo ha tenido que realizar tres acciones coordinadas de liberación de reservas: en 1991 (Guerra del Golfo), en 2005 (huracanes Katrina y Rita) y 2011 (conflicto civil en Libia).

5. Sobre este tema se recomienda ver: *Energía y Geoestrategia*, años 2017 y 2018, documentos anuales elaborados por el Instituto de Estudios Estratégicos, el Comité Español del Consejo Mundial de la Energía y el Club Español de la Energía, editados por el Ministerio de Defensa. Véase también: *The Economist*, march 17th 2018: "Special Report: The Geopolitics of Energy".

6. En 1974 el precio del barril de petróleo se situó en 11,58 dólares frente a 3,29\$ el año anterior. En 1979 volvió a más que duplicarse situándose en 31,61\$ frente a 14,02\$ en 1978. Después de un largo período de precios medios del barril por debajo de los 30\$, se inició en 2004 una escalada importante y prolongada pasando de los 38,27\$ ese año a 111,67\$ en 2012, produciéndose descensos de más del 50% a partir de mediados de 2014. El punto más bajo se produjo en enero 2016 con 26,5\$/b, con subidas paulatinas y persistentes en los dos años siguientes, situándose en el entorno de los 60\$/b en 2019. No han supuesto mayor tensión en los precios del crudo la crisis en torno al estrecho de Ormuz y las tensiones entre Irán y Arabia Saudí.

Por último, hay que resaltar que **Cores** (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos) es la entidad Central de Almacenamiento de España y que, como afirma Pedro Miras⁷, juega un papel clave en el sector de Hidrocarburos, contribuyendo a garantizar en todo momento la seguridad de suministro en caso de crisis de abastecimiento.

Ciertamente el objetivo de la seguridad de suministro ha acaparado enormes cantidades de recursos, incluidos los militares, para mantener seguras las principales rutas de transporte de estos productos fósiles. La estrategia energética de los países ha revestido diferencias notables para garantizar la seguridad de suministro; bastantes han desplegado un parque de centrales nucleares que, en algunos casos como Francia, han llegado a representar el 75% de la energía eléctrica generada; España ha aplicado una razonable diversificación en el mix de tecnologías de generación eléctrica, como puede apreciarse en el cuadro I.4, y ha establecido también varias plantas de regasificación que permite ampliar el espectro de países suministradores de gas.

Desde el punto de vista geoestratégico, estamos asistiendo de manera creciente en este siglo a hechos relevantes en materia energética que están cambiando el panorama mundial, protagonizados por los principales países. Importa resaltar tres grandes áreas geográficas de especial transcendencia por sus implicaciones para el desarrollo sostenible a escala planetaria: Estados Unidos, China y la Unión Europea. A continuación analizamos cada una de ellas, pero resaltamos aquí algunas características relevantes que se desprenden de cuadro II.1.

- En primer lugar, esas tres áreas representan algo menos de un tercio (32,3%) de la población mundial y, sin embargo, son responsables de más de la mitad (55,2%) de las emisiones de CO₂ del planeta.
- En segundo lugar, es China quien más emisiones realiza en términos absolutos con el 28,6% del total, debido al enorme uso del carbón, acaparando el 51,3% de la demanda mundial de este producto en 2018.
- En tercer lugar, en términos relativos, es decir, considerando la población, el que más emisiones realiza es Estados Unidos. Representa el 4,3% de la población mundial y el 14,7% de las emisiones. Las emisiones de CO₂ por habitante son más del doble que las de China y casi el triple que las de Europa, por el uso masivo de los productos petrolíferos y el gas.
- En cuarto lugar, se observa el esfuerzo que está realizando China para incrementar la energía eléctrica con fuentes renovables y al mismo tiempo ir sustituyendo el uso del carbón por el gas para contener el ritmo de emisiones que aceptan como nocivo.

7. Pedro Miras, Presidente de Cores: *Seguridad de suministro en los últimos 10 años: crisis internacionales y posición de España*. Cuadernos de Energía núm. 41, 2013.

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

- Por último, en quinto lugar, Europa realiza un balance claramente más positivo que las otras dos áreas en varios indicadores como las menores emisiones y mayor generación eléctrica sobre bases renovables por habitante.

En conjunto esas tres áreas asumen que el modelo de desarrollo seguido es insostenible y dan muestras de iniciar una transición energética más sostenible siendo todavía una incógnita el ritmo del cambio.

CUADRO II.1: DEMANDA MUNDIAL DE ENERGÍA Y EMISIONES POR REGIONES Y CONCEPTOS, 2018

	ESTADOS UNIDOS			CHINA			EUROPA			TOTAL MUNDIAL	
	DEM.	VAR. 18/17	PESO MUNDO	DEM.	VAR. 18/17	PESO MUNDO	DEM.	VAR. 18/17	PESO MUNDO	DEM.	VAR. 18/17
Petróleo (mb/d)	20	2,7%	20,2%	13	3,5%	13,1%	15	0,1%	15,2%	99	1,3%
Gas (Bcm)	854	10,5%	21,7%	279	17,7%	7,1%	599	-1,9%	15,2%	3.928	4,6%
Carbón (Mtec)	451	-4,5%	8,4%	2.771	1,0%	51,3%	462	-2,6%	8,6%		0,7%
Renovables (TWh)	744	4,1%	10,9%	1.854	10,9%	27,3%	1.462	8,5%	21,5%	6.800	2,3%
Energía Primaria (Mtep)	2.227	3,7%	15,6%	3.155	3,5%	22,1%	2.010	0,2%	14,1%	14.302	2,3%
Emisiones (MtCO ₂)	4.888	3,1%	14,7%	9.481	2,5%	28,6%	3.956	-1,3%	11,9%	33.143	1,7%
Habitantes (millones)	329,1		4,3%	1.420		18,4%	743	-1,3%	9,6%	7.715	
Emisiones (tCO ₂ x habitante)	14,9			6,7			5,3			4,3	

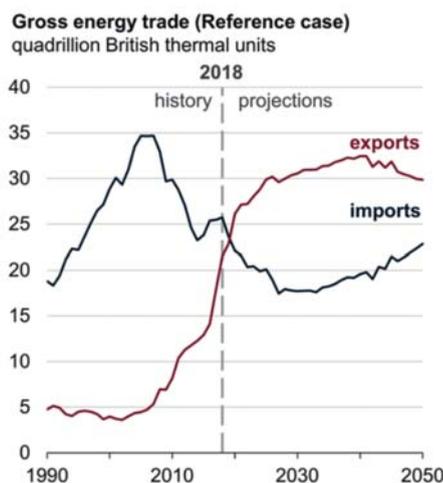
Fuente: elaboración propia con datos de IEA: *Global Energy & CO₂ Status Report 2019*, Fondo de Población de las Naciones Unidas para 2019 y Población Europea - 2019 worldpopulationreview

A. LA REVOLUCIÓN DEL SHALE OIL Y CAMBIO CLIMÁTICO EN ESTADOS UNIDOS

Uno de los acontecimientos de mayor trascendencia en materia energética lo ha protagonizado Estados Unidos con el descubrimiento y explotación de *shale oil* o el llamado *fracking*, tecnología que, a diferencia de la tradicional, consiste en la extracción de productos fósiles mediante el fraccionamiento de rocas. En la última década la producción de crudo en Estados Unidos ha aumentado de 5 millones de barriles por día a 12 millones en 2019, lo que le sitúa a la cabeza del mundo, junto con Arabia Saudí y Rusia. La extraordinaria recuperación registrada en la producción de crudo a partir del

2010 con el avance tecnológico en la perforación del subsuelo y las facilidades otorgadas para las explotaciones del *fracking* en lugares propicios como Texas y Dakota del Norte han hecho cambiar el panorama energético mundial al conjugarse tres factores: Estados Unidos deja de ser el gran importador de crudo en el mercado mundial, afectando a las ventas e ingresos de los países exportadores en desarrollo (véase gráfico II.2); ese aumento de las ventas de Estados Unidos ha coincidido con una desaceleración de la demanda de energía de China y a ello se unió la decisión de Rusia y Arabia Saudí de ampliar su producción con la finalidad de quitar rentabilidad a las nuevas explotaciones de *fracking* norteamericanas. En efecto, la oferta global de crudo aumentó en 5,3 millones de barriles/día (de 91,2 a 96,49 millones b/d) entre los años 2013 y 2015, mientras que la demanda subió en tres millones de barriles por día (de 92 a 95 millones b/d)⁸. La consecuencia del aumento de la oferta y contención de demanda fue la caída del 57,4% en el precio del crudo en ese período.

GRÁFICO II.2. COMERCIO EXTERIOR DE ENERGÍA EN ESTADOS UNIDOS



Fuente: Annual Energy Outlook 2019. U.S. Energy Administration

Ciertamente algunas explotaciones de *fracking* interrumpieron su producción, pero sólo parcial y temporalmente, demostrando las empresas gran versatilidad y capacidad de adaptación organizativa y tecnológica, lo que ha permitido una reducción de costes del orden del 30% en los dos años siguientes. Ello ha hecho cambiar la estrategia de los principales productores tradicionales que decidieron en 2017 un estancamiento de producción, que se enfrentaba a un claro aumento de demanda logrando una notable recuperación del precio del crudo. En definitiva, en la actualidad ha surgido un

8. Para una información estadística solvente y detallada puede verse BP: *Statistical Review* y CORES: *Annual Statistical Report*.

CAPITULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

competidor muy potente que ha logrado reducir su déficit de la balanza comercial energética a la décima parte del registrado en 2008, que había sido de 416 mm\$, y que ha contribuido al mismo tiempo a mantener muy fluidos los mercados energéticos y unos precios del crudo y del gas natural relativamente contenidos.

Dada la importancia de este fenómeno del *shale oil* y por extensión de la política energética de Estados Unidos, cabe preguntarnos cómo puede afectar ésta al proceso de la transición energética a escala global en línea con los objetivos de desarrollo sostenible que se deriva del Acuerdo de París. El desarrollo tecnológico del *fracking* y explotación masiva del *shale oil* ha tenido el efecto saludable de contribuir a aligerar la factura exterior energética de los países importadores a partir de 2014, efecto más positivo cuanto mayor dependencia exterior, cual ha sido el caso de España cuyo déficit exterior energético ha pasado de 46 mm\$ en 2012 a 26 mm\$ en 2017. Sin embargo, habría fundamento para afirmar que esta estrategia puede contribuir a ralentizar el proceso de transición energética.

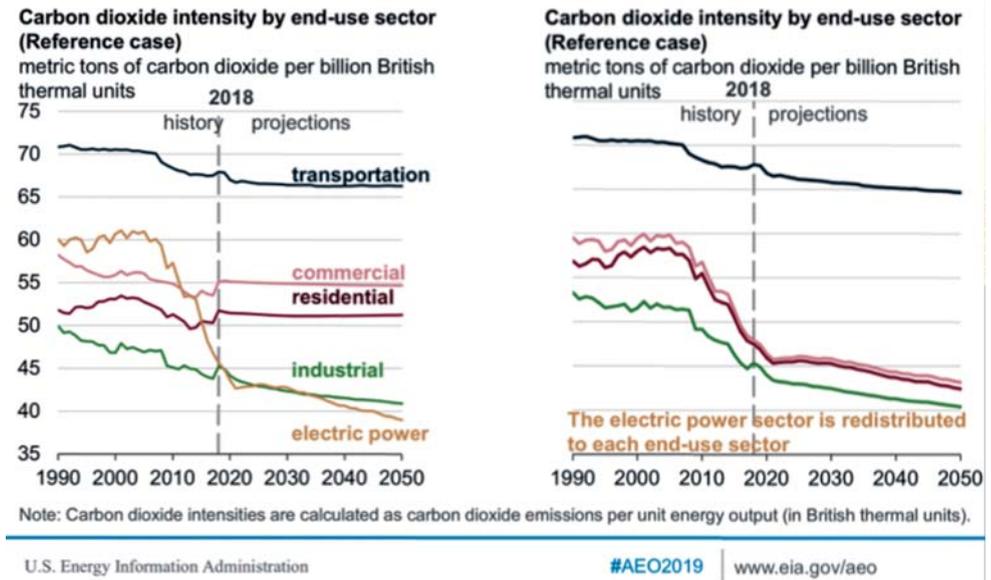
El Presidente Donald Trump decidió desvincular a EEUU del Acuerdo de París bajo la máxima de *Make America Great Again* que implicaba buscar la autonomía tanto económica como energética total basándose en el petróleo, el gas y el carbón. Esto parecía que no proporcionaba buenos augurios para los objetivos de energía limpia. Sin embargo, los hechos contradicen en parte esta afirmación. Se vienen reduciendo las emisiones de CO₂ desde 2014 en Estados Unidos al disminuir el uso del carbón. Solo en 2018 se cerraron 22 plantas de carbón con una capacidad total superior a los 14 GW. De esta forma, el carbón representa aproximadamente el 25% de la generación eléctrica frente al 45% hace una década. Sus precios han descendido hasta el punto de hacer no rentables las plantas térmicas de carbón y su sustitución por el uso del gas que es la mitad de contaminante. El gas se espera que en 2019 alcance el 35% del *mix* de generación por sus bajos costes debido al uso de la nueva tecnología basada en perforación horizontal y fractura hidráulica. Además, Estados Unidos ha desarrollado y aplicado nuevas tecnologías en relación con las renovables que representan el 18% de la generación eléctrica, cifra que todavía es muy inferior a la media europea, situada en el 29,6% en 2016.

El precio a la baja del carbón provocado por el *shale gas* ha hecho atractivo para otros países seguir con el carbón para producir electricidad y no perder competitividad en el precio de la energía eléctrica. Aunque no sea ese el motivo fundamental, sino la política de cierre de centrales nucleares, en Alemania el carbón ha representado cerca del 40% de la generación de electricidad en 2017, a pesar del fuerte desarrollo de las energías renovables. Es difícil de evaluar, pero será necesario hacerlo, el posible efecto de contención del despliegue de las energías renovables derivado de la expansión de la oferta de crudo y su efecto sobre precios de los productos fósiles a raíz del protagonismo creciente del *shale oil*.

Por último, el análisis de la estrategia de Estados Unidos en relación con la energía y el clima quedaría incompleto si no se hace referencia también a la política activa que están desarrollando algunos

estados y ciudades en favor del mayor despliegue de energías renovables en la generación eléctrica y el decidido impulso a coche eléctrico como sucede en California.

GRÁFICO II.3. INTENSIDAD DE EMISIONES EN SECTORES BÁSICOS EN ESTADOS UNIDOS



Fuente: Annual Energy Outlook 2019

Además, los incentivos fiscales a las inversiones en equipos renovables establecidos por la Administración Obama persisten en la actualidad lo que está suponiendo un fuerte impulso a las inversiones privadas en turbinas eólicas. Por consiguiente, a pesar del escepticismo formal expresado por el Presidente Trump en cuanto a los problemas del clima y su carácter antropogénico, en la práctica, el fuerte desarrollo del gas en perjuicio del carbón y la expansión incentivada de las fuentes renovables, especialmente la eólica, así como una apuesta todavía incipiente a favor del coche eléctrico se encuentran en una senda coherente con el objetivo de desarrollo sostenible planteado en París a escala planetaria.

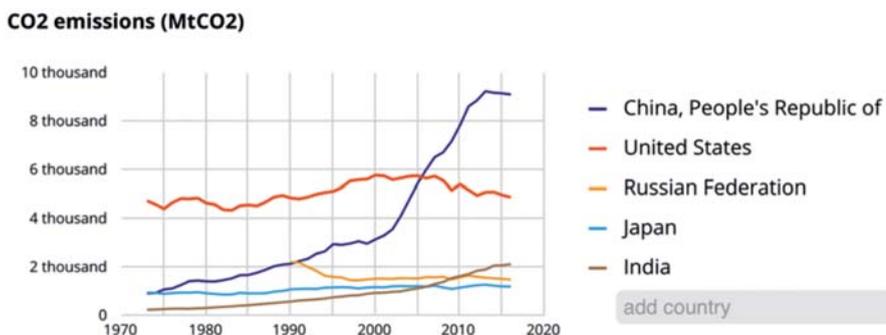
No obstante, la Administración norteamericana parece demostrar gran escepticismo sobre la capacidad de electrificación del sector del transporte y, de manera especial, sobre la posibilidad de una amplia penetración en el mercado del coche eléctrico, pues prevé una disminución de solo el 5% en la intensidad de emisiones en este sector en el horizonte de 2050, según se desprende del gráfico II.3. En realidad aquí, en el sector del transporte y su capacidad de electrificación, está el factor de

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

incertidumbre más importante sobre el logro de los objetivos de desarrollo sostenible a escala planetaria, porque es, con diferencia, el sector que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero.

B. CHINA PUEDE LIDERAR EL DESARROLLO MUNDIAL DE ENERGÍA RENOVABLE

El segundo hito fundamental para entender la geoestrategia de la energía y sus posibles efectos sobre la sostenibilidad ambiental es el planteamiento que está manteniendo China con su política energética. Como en los demás países, el objetivo fundamental sigue siendo la seguridad de suministro energético, y sus necesidades energéticas son enormes en cuantía (se suele decir que China es la mitad del total mundial en casi todo) y muy crecientes para alimentar una economía que aumenta de manera acumulativa anual por encima del 6%. Es con gran diferencia el **mayor consumidor de carbón del mundo** pues China por sí sola demandó en 2018 el 51,3% del total mundial (Véase cuadro II.1). También fue el segundo consumidor de petróleo. En consecuencia es el **que más dióxido de carbono emite** (9.481 MtCO₂ que es el 28,6% del total mundial).

GRÁFICO II.4: EMISIONES DE CO₂ (MT)

Fuente: IEA World Energy Atlas (2019) (<http://energyatlas.iea.org/#/tellmap/1378539487>)

Para tratar de compatibilizar la seguridad de suministro y la reducción de emisiones decidió en 2016 detener la construcción de 103 centrales de carbón⁹ y disminuir así la dependencia del mismo que había sido del 65% en 2015. Pero al mismo tiempo se está garantizando el suministro de gas, sobre todo en dos frentes: acuerdos con Rusia, quien tiene previsto suministrarle 38 bcm/año¹⁰ durante 30

9. James Pennington, World Economic Forum. Feb, 2017

10. bcm es la expresión acuñada de siglas en inglés que significa miles de millones de metros cúbicos de gas.

años, y acuerdos con Estados Unidos tratando de mantener una política fluida con dicho país para el suministro de Gas Natural Licuado (GNL) en grandes cantidades, que al mismo tiempo propicie una cierta reducción del enorme desequilibrio comercial existente en la actualidad¹¹.

Sin embargo, hay que resaltar también que **China está dando pasos decisivos para alcanzar el liderazgo mundial en investigación y despliegue de energías renovables**, tratando de colocar el objetivo de la sostenibilidad ambiental al nivel del de seguridad de suministro, pues le preocupa los elevados niveles de contaminación en el país, particularmente en las grandes ciudades, y la gran dependencia energética exterior. En este sentido, está adoptando dos tipos de acciones:

- reducción del peso de la industria intensiva en consumo de energía, elevando la importancia de los servicios, y,
- una apuesta definitiva por las energías renovables como la eólica y la solar. Según la AIE, China ya tiene un tercio de la energía solar del mundo y la cuarta parte de la energía eólica instalada.

Son de China seis de las diez industrias más grandes fabricantes de paneles solares en el mundo, y cuatro de los diez fabricantes más grandes del mundo de turbinas eólicas. Vendió en 2018 tantos vehículos eléctricos como el resto del mundo junto (1,1 millones en China del total de 2,2 millones en todo el mundo).

En materia de **vehículos eléctricos** deben resaltarse tres áreas clave:

- China representa el 76% del total mundial en capacidad de fabricación de baterías de ion-litio;
- supone el 60% de las ventas de vehículos eléctricos en el último trimestre de 2018 y,
- por último, tiene el 50% de la infraestructura global de carga pública de vehículos al finalizar 2018.

Pekín tiene más puntos de recarga que toda Alemania. En esta actividad las empresas privadas, como T-good y Star Charge, están quitando protagonismo a la pública State Grid. Habrá que observar cómo continúa el ascenso de ventas de vehículos eléctricos que en 2018 ya representaron el 7% del total de vehículos nuevos mientras que en Estados Unidos y en Europa se situó en torno al 4% y en España solo el 1%.

Las razones de ese dinamismo hay que buscarlas en los tipos de apoyos que se utilizan. Por el lado de la oferta, el gobierno exige que los fabricantes de automóviles ganen o adquieran créditos comercializables en función de su fabricación de vehículos con "nueva energía" (híbridos, pila de combustible, eléctricos) hasta un 10% de sus ventas de vehículos de combustión interna, que será del 12% en 2020. Por el lado de la demanda, hay al menos tres tipos de actuaciones: ayudas directas y exención

11. El déficit comercial de Estados Unidos con China fue en 2018 de 419mm\$, un 12% más que el año anterior, y representa el 67,5% del déficit comercial total de Estados Unidos (621mm\$).

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

total del impuesto de ventas; adquisición pública obligatoria de vehículos eléctricos como los autobuses; y, por último pero no menos importante, establecimiento de restricciones a la circulación de vehículos de combustión interna y a la venta de los mismos en las ciudades más grandes de China. Todo lo anterior lleva a que se prevea para 2019 una venta de vehículos eléctricos de 1,5 millones. China es consciente de que el problema de las emisiones de GEI seguirá existiendo de manera grave mientras siga con un porcentaje elevado de producción eléctrica con centrales de carbón.

La estrategia de China en materia de movilidad sostenible está claramente dirigida a la convergencia en la industria del automóvil de varios sectores prioritarios como son el de internet, inteligencia artificial y empresas de alta tecnología para tratar de ser pioneros en el mundo en todo lo que le rodea al automóvil eléctrico: baterías y sus materias primas, red de puntos de recarga, conducción autónoma, uso compartido, etc. Quizá, como dice *The Economist*¹², la sociedad china no tiene la tradición de orgullo existente en países occidentales sobre los desarrollos tecnológicos relacionados con la historia exitosa de los motores de combustión interna y, por ello, se hallan más propensos a este cambio tan radical hacia el motor eléctrico.

China está decidida, por consiguiente, a seguir en esta línea de apostar por una participación creciente de la energía limpia, que hasta ahora representa solo el 12% del total. Por ello, no es de extrañar el recurso a importantes ayudas (132 mm\$ en 2017) para incentivar las energías limpias, cifra que es mayor que las ayudas combinadas de Estados Unidos y Europa.

C. EUROPA NO QUIERE PERDER PROTAGONISMO EN MATERIA DE ENERGÍA Y CLIMA

El tercer ámbito geográfico fundamental que contribuye a ir conformando el escenario de la transición energética mundial es la Unión Europea. Resulta innegable que desde las instituciones comunitarias se vienen haciendo tradicionalmente, pero especialmente desde la segunda mitad de los años 90, esfuerzos razonables –tanto de carácter técnico como político– para lograr una estrategia común en materia energética. Una estrategia que trata de alcanzar compromisos medibles sobre la contribución de la energía al desarrollo sostenible económica y ambientalmente. Se trata de optimizar de manera compartida los tres objetivos en los que insiste la Unión Europea: **seguridad de suministro, competitividad económica y sostenibilidad ambiental**. Históricamente el objetivo prioritario, como hemos reiterado, ha sido el de la seguridad de suministro, cuyo logro ha dependido de la estrategia marcada por cada país, tanto de forma aislada y soberana como mediante la colaboración con los

12. *The Economist*, Abril, 6th 2019: Briefing: "Chinese Mobility".

países vecinos y con acuerdos internacionales en algunas medidas, como es el caso de la mencionada Agencia Internacional de la Energía.

Se alumbran nuevos escenarios a partir de la segunda década de este siglo en los que se pretende colocar al mismo nivel el objetivo de la sostenibilidad ambiental. A ello contribuye la conciencia universal y rápidamente creciente de la necesidad de hacer algo para atajar el aumento peligroso, para la subsistencia del desarrollo mundial, de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Y dado que la energía da cuenta, en todo su proceso de extracción y generación, transporte y consumo, de las tres cuartas partes de las emisiones de gases contaminantes (el 76,1% en 2017 en España), surgen nuevas estrategias coherentes con este objetivo de sostenibilidad ecológica.

En realidad, las instituciones comunitarias buscan con sus iniciativas lograr una auténtica unión de la energía, algo ausente hasta nuestros días, aprovechando la aprobación de paquetes de medidas de aplicación obligatoria muchas de ellas para una transición hacia una energía limpia. Ya desde mucho antes del Acuerdo de París, la UE ha dado sobradas muestras de su preocupación por alcanzar una política energética sostenible. Centrándonos en algunas de las decisiones más importantes, debemos mencionar en primer término el **Paquete de Energía y Cambio Climático 2013-2020**, donde los dirigentes europeos fijaron los siguientes objetivos para 2020 incorporados a la legislación europea en 2009, y que son conocidos como el *20-20-20*:

- 20% de reducción de las emisiones de GEI en relación con los niveles de 1990.
- 20% de energías renovables sobre total de energía final en la UE.
- 20% de mejora de la eficiencia energética respecto a las previsiones de consumo energético futuro sobre la base de los criterios actuales.

En segundo lugar, se debe mencionar la Comunicación de la Comisión, de 8 de marzo de 2011, donde se establece la **Hoja de Ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050**. Para ese año, la UE establece un objetivo de reducción de emisiones de GEI del 80-95% respecto de los niveles de 1990, con dos objetivos intermedios, uno del 40% en 2030 y otro del 60% en 2040. Como afirma Oettinger¹³, protagonista de esta iniciativa comunitaria, la principal conclusión de la Hoja de Ruta es que la transformación del sistema energético es viable técnica y económicamente, si se toman las decisiones acertadas en los puntos clave en los que se centra este trabajo, como el tema de la eficiencia energética, el predominio de las renovables, la adecuada dotación de infraestructuras, un mercado integrado, etc.

13. Günther H. Oettinger, Comisario de Energía de la UE, 2009-2014. *El futuro de la energía*. Cuadernos de energía. Núm. 41. 2013, ENERCLUB

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Merecen especial mención, en tercer lugar, las **Conclusiones del Consejo Europeo** del 23 y 24 de octubre de 2014, donde se acordó el marco de actuación de la UE en materia de clima y energía hasta el año 2030 con los siguientes objetivos:

- Objetivo vinculante a nivel UE de reducir las emisiones de GEI por lo menos en un 40% en 2030 con respecto a los valores de 1990. En el marco de la cumbre de París, la UE trasladó a la comunidad internacional la confirmación de este objetivo para 2030.
- Objetivo vinculante a nivel de UE de que la cuota de energías renovables sobre consumo final sea como mínimo del 27% (cifra corregida al alza posteriormente por el Parlamento europeo, situándola finalmente el trío en el 32,5%).
- Objetivo indicativo a escala de UE de que la eficiencia energética mejore al menos el 27%.
- Objetivo de un 15% de interconexiones eléctricas sobre la capacidad instalada para 2030.

Los tres primeros objetivos mencionados en estas conclusiones ya eran viejos conocidos aunque resultaba muy importante obtener ese respaldo explícito del Consejo. Pero tiene especial trascendencia recoger el objetivo propuesto por la Comisión en materia de Interconexiones eléctricas para 2025 situado en el 10% de la capacidad instalada y en el 15% para 2030. Desde marzo de 2002, cuando se fijó la cifra del 10% a cumplir a partir de 2005, el Consejo Europeo no había adoptado una postura tan explícita y concreta en esta materia que es trascendental, especialmente para países como España que están en una semiisla eléctrica, para lograr el mercado único de la energía, la plena integración de las renovables, y el desarrollo económico.

Por último, en cuarto lugar, el 30 de noviembre de 2016, la Comisión Europea presentó el paquete “**Energía Limpia para todos**”, o como se conoce también *winter Package*. Las propuestas normativas, concretadas en reglamentos y directivas, y las medidas presentadas en el paquete tienen como finalidad acelerar la transición hacia una energía limpia, creando un sistema energético europeo más sostenible en línea con el cumplimiento de los objetivos de cambio climático establecidos en el Acuerdo de París, pero manteniendo a la vez un sistema energético seguro y competitivo que permita la entrega de energía al consumidor a precios asequibles y, en definitiva, favorezca el crecimiento y la creación de empleo.

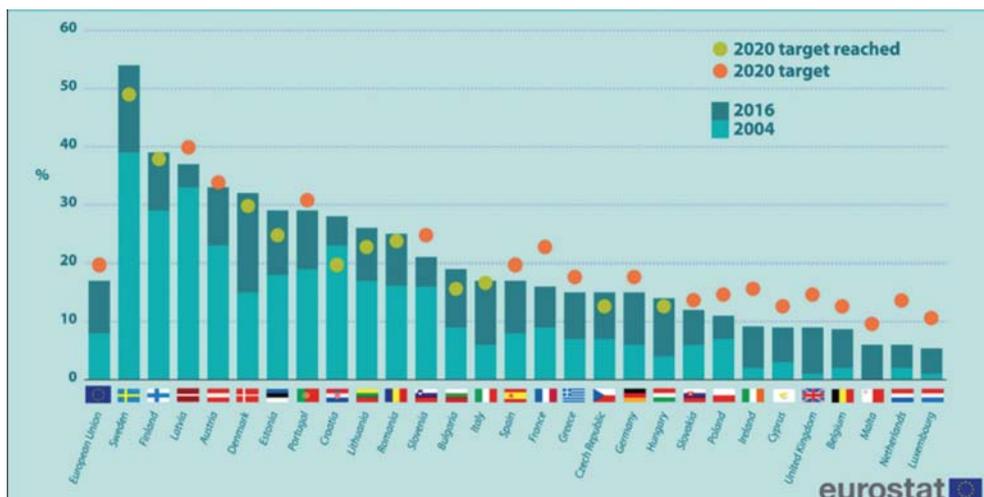
Las propuestas de la Comisión abarcan iniciativas relativas a: Mercado interior de electricidad; normas de gobernanza y planificación de los objetivos de eficiencia energética y energías renovables; cooperación entre los reguladores nacionales de la energía; eficiencia energética; eficiencia energética de los edificios; fomento del uso de energías renovables, en particular en el transporte, calefacción y refrigeración, autoconsumo y biocombustibles; sostenibilidad de la bioenergía; seguridad de abastecimiento y preparación frente a riesgos en el sector de la electricidad; ecoetiquetado y ecodiseño; estrategia para una movilidad conectada y automatizada; e innovación.

Miguel Arias Cañete, comisario de Clima y Energía (2014-2019), en la presentación del “paquete de invierno”, afirmó que Europa se halla a las puertas de una revolución en el ámbito de las energías limpias, si todos juntos asumimos las propuestas planteadas, porque se logrará simultáneamente reducir la dependencia, crear empleo y reducir las emisiones.

Las iniciativas a nivel comunitario a lo largo de las dos últimas décadas han tenido reflejo en actuaciones concretas que nos han ido acercando, aunque sea todavía de manera insuficiente, a una senda de desarrollo más sostenible. En 2017, las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea se habían reducido un 22% respecto a 1990, mientras que el crecimiento económico en ese período avanzó un 58%. Y ya existen cerca de 4 millones de “empleos verdes” en Europa. Es decir, se puede reducir emisiones y, al mismo tiempo, generar riqueza¹⁴. Esa reducción de emisiones de GEI se ha debido en parte al aumento considerable de la energía renovable. Según Eurostat, el porcentaje de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la UE se ha duplicado prácticamente en los últimos años, pasando del 8,5% en 2004 al 17% en 2016.

España se mantiene situada en la media de la UE 28 con el 8,4% y 17,3%, respectivamente. Y ya es sabido que se desea alcanzar el 20% en 2020. Es importante el seguimiento que se va haciendo para todos los países de la participación de la energía procedente de fuentes renovables no solo en el total de la energía final sino en tres componentes relevantes: electricidad, calor y refrigeración y

GRÁFICO II.5: PORCENTAJE DE ENERGÍAS PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES, 2004 Y 2016 (EN % DEL CONSUMO FINAL BRUTO DE ENERGÍA)



Fuente: Eurostat (t2020_31)

14. Miguel Arias Cañete: “Por una Europa moderna, competitiva y sostenible”. *El Mundo*, 15/mayo/2019

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

transporte. Referido a 2016, las fuentes renovables acaparan un mayor porcentaje en la generación eléctrica en España (36,6%) que en la UE (29,6%). Sin embargo, el porcentaje renovable en España es ligeramente inferior en los otros dos componentes.

El nuevo Parlamento Europeo tiene ahora cinco años por delante, a partir de las elecciones de mayo de 2019, para lograr esa Europa unida y comprometida con los objetivos de sostenibilidad ambiental. Pero, como mencionamos anteriormente, cada país sigue diseñando su estrategia de seguridad energética no siempre en coherencia con los objetivos de una auténtica unión de la energía. Dos hechos relevantes, entre otros, avalan esta afirmación: planteamientos en materia de gas y de interconexiones eléctricas. Se observan graves reticencias, sobre todo en el primero de ellos, para alcanzar una auténtica unión de la energía.

En materia de **gas**, se está desechando en Europa, con la complicidad de Francia y Alemania, una oportunidad histórica para lograr una garantía de suministro sumando ofertas competitivas del sur y del este. La estrategia gasista de Alemania consiste en buscar la garantía de suministro de gas del mismo origen, Rusia, proyectando un nuevo gasoducto submarino por el mar Báltico. Hay varios países de la UE, en el entorno del mar Báltico, que dependen prácticamente en su totalidad del gas procedente de Rusia. Otros como Alemania, Polonia y Turquía tienen también una gran dependencia del gas de Rusia. En la **Estrategia Europea de Seguridad Energética**¹⁵ se afirma que provoca especial inquietud la dependencia energética europea que se sitúa en el 53%. Mientras, están paradas todas las iniciativas de ampliar las conexiones con España que podría proporcionar de manera amplia y flexible cuanto gas se demandase en competencia con el proporcionado por los gasoductos del este. Al margen de las implicaciones para otros países del este de Europa era innecesaria esa ampliación de la debilidad estratégica europea concentrando en Rusia la dependencia energética tradicional.

Importa hacer mención a la estrategia energética alemana por su trascendencia para el conjunto de la UE. La urgencia de Alemania en ampliar las importaciones de gas viene dada en primer lugar por el poco meditado cierre de centrales nucleares cuya oferta de electricidad está siendo compensada recientemente por el uso de carbón, en su mayoría de pésima calidad (lignito), y el consiguiente incumplimiento de los objetivos de reducción de las emisiones de GEI. La energía renovable es abundante en Alemania pero su inevitable variabilidad tiene que ser respaldada por ahora con energías convencionales. Las dificultades para poder aplicar un solvente modelo energético sostenible, planteado e impulsado por el gobierno alemán, se agravan con la contestación social al cierre de las centrales de carbón, que se está planteando para no antes de 2038, y las reticencias a la nueva infraestructura de transporte de la electricidad eólica marina desde el mar del norte hasta el sur industrializado gran demandante de energía.

15. Vid Com (2014) 330 final

España tiene grandes ventajas en materia de gas que no se han valorado por los otros países europeos. Por un lado, dispone de dos gasoductos desde Argelia, uno histórico a través de Marruecos y otro directo submarino desde Orán a Almería. La suma de ambos representa una capacidad de 20 bcm, suficiente para contribuir a la oferta competitiva necesaria en Europa. En su día se vio de manera favorable por la Comisión Europea, pero las limitaciones de infraestructuras y de mercado en Francia, entre otros motivos, han hecho parar esa iniciativa de nuevas interconexiones gasistas con Europa. Por otro lado, la competencia desde España se hubiera visto ampliada con la red de infraestructuras gasistas, en particular de siete plantas de regasificación que convierten a España en potencia mundial al respecto y que incentiva la competencia internacional de suministro mediante barcos metaneros de GNL. En cambio, la estrategia seguida por importantes países europeos somete a toda Europa a una permanente y grave debilidad estratégica negociadora y no solo en el frente energético.

Se podría argumentar que los combustibles fósiles están llamados a desaparecer a plazo más o menos largo con el despliegue de las energías renovables. Pero en el caso del gas tiene garantizada en las próximas décadas una demanda importante, como apunta la proyección realizada en el documento elaborado por la Comisión de Expertos¹⁶ e incluso creciente en la primera parte, al menos por los siguientes motivos: en primer lugar, porque el gas está llamado a ir sustituyendo las plantas térmicas de carbón, aparte de consideraciones políticas, a medida que éste deje de ser rentable como consecuencia del esperado aumento del precio del mercado de CO₂. Y no cabe olvidar que las emisiones del gas son aproximadamente un 50% menores que las del carbón. En segundo lugar, el gas está llamado también a jugar un cierto papel de sustitución de las centrales nucleares a medida que éstas dejen de estar en servicio por que concluya su vida útil y no admitan alargamiento de la misma o por decisiones políticas. En tercer lugar, el gas tiene también una importante demanda en las viviendas para calefacción y en la industria para diversos procesos incluida la vaporización de gas para generar hidrógeno para usos industriales y para usos domésticos y de transporte con la pila de combustible. En último lugar, y no menos importante, está llamado el gas a jugar un papel relevante como *back up* o respaldo ante la intermitencia o variabilidad de la mayoría de las energías renovables como el viento y el sol.

La estrategia en materia de **redes de transporte eléctrico** tiene un apoyo político explícito del Consejo Europeo habiendo aprobado propuestas en cuanto al volumen de interconexión en relación con la capacidad instalada que favorecen la unión de la energía. La Comisión ha demostrado por su parte ese apoyo con subvenciones notables en la última conexión realizada (Santa Yogaia-Baixas) y la que está en curso de ejecución (Gatika-Cubnezais). El coste total estimado de esta última interconexión asciende a 1.750 millones de euros y ha obtenido una subvención comunitaria de 578 millones de euros. Pero hace falta superar reticencias políticas y sociales para que en el horizonte fijado por el

16. Comisión de Expertos de Transición Energética: *Análisis y Propuestas para la Descarbonización*. Abril, 2018

CAPITULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Consejo (2030) se pueda alcanzar un volumen, si no del 15% mencionado por el Consejo Europeo, que parece imposible, sí al menos al 10%, es decir, unos 10.000 MW, frente a menos de 4.000 MW instalados en la actualidad. De esta forma, se debe tender a satisfacer dos objetivos: convergencia de precios en el coste de la energía eléctrica en Europa, evitando así jugar con desventaja a las empresas españolas altamente consumidoras de energía y, en segundo lugar, favorecer el apoyo a las renovables ante su intermitencia de manera que se pudiera alcanzar el 100% de la misma con una buena interconexión desde el mar del Norte hasta el sur de España y viceversa. A modo de ejemplo, REE cifra en 130 millones de euros anuales el ahorro obtenido por la nueva interconexión Santa Llogaia-Baixas, puesta en servicio en 2015, por su impacto en la reducción del período de congestión y del diferencial de precios, aunque queda camino por recorrer y por ello la necesidad de hacer realidad el acuerdo del Consejo Europeo al respecto.

Una estrategia europea de la energía que tendría grandes ventajas para el desarrollo económico de los países cercanos y hacer frente de manera favorable a los movimientos migratorios, pasaría por **incrementar las interconexiones eléctricas con Marruecos**. Las dos interconexiones actuales han tenido un impacto muy favorable durante los 20 años de existencia sobre la estabilidad y seguridad de suministro eléctrico en Marruecos evitando que la energía fuera un factor limitador del crecimiento económico del país vecino. La ampliación de esas interconexiones ha sido una aspiración del gobierno de Marruecos, lo ve muy favorable la Comisión Europea y forma parte de una estrategia común para favorecer el desarrollo sostenible de todo el norte de África. Por ello, se ha firmado un memorando para avanzar en el tercer cable que proporcione oportunidades de progreso no solo a su propia población sino también a los que puedan acceder del África subsahariana. Ello sería, además, coherente con el gran objetivo comunitario de impulsar el acceso a la energía de países en desarrollo, porque como afirma Andris Piebalgs¹⁷, Europa debe asumir los compromisos políticos y económicos necesarios para mejorar el acceso a la energía con el fin de reducir la pobreza y sentar las bases para el desarrollo sostenible de los países en vías de desarrollo en sus propios territorios.

La UE ha desarrollado convenios con diversas áreas del mundo al respecto. Quizá importa destacar aquí la **Asociación África-UE sobre energía**. Debe haber un enfoque global de cooperación al desarrollo de Europa para afrontar de verdad la pobreza y los movimientos migratorios. La falta de oportunidades en los países exige darle prioridad o al menos cierta relevancia al impulso de la energía de carácter sostenible en esos países, tanto en la generación renovable como en las redes. En este planteamiento, el aumento de las interconexiones eléctricas con Marruecos es de la mayor importancia estratégica.

17. Andris Piebalgs, Comisario de Energía (2004-2009); Comisario de Desarrollo (2009-2014): *Actuaciones de la Unión Europea en favor de una energía sostenible para todos*. Cuadernos de Energía núm. 41. ENERCLUB. Diciembre, 2013.

D. ESTRATEGIA EMPRESARIAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Es importante incluir en este apartado de la geoestrategia una referencia a la actitud de las empresas de mayor tamaño ante el cambio climático, que está detrás y da fundamento a la transición energética. Afirma el PNIEC¹⁸, que hay 68 empresas multinacionales que se han unido al compromiso de consumir electricidad 100% renovable en sectores como automotriz, vestimenta, finanzas, alimentos y bebidas, informática, farmacéutico, inmobiliario, etc. Sin embargo, parece que hay también fundamento¹⁹ para afirmar que este tema no está en general entre las primeras preocupaciones de los consejos de administración de las empresas. La mayoría de ellas afronta los riesgos climáticos actuales (inundaciones, sequías y tormentas de gran importancia) asumiéndolos después de que han sucedido; son actitudes reactivas *ex post*.

En realidad, los análisis actuales ponen de manifiesto que buena parte de las empresas se colocan en una clara indefinición estratégica, cuando no en actitudes contradictorias, en cuanto a la forma de afrontar las consecuencias de esta etapa, que será larga, de transición hacia una energía limpia que contribuya a contener el actual proceso de calentamiento global y los efectos que ya se están viendo y padeciendo.

Por un lado, se asume por los directivos de esas empresas que —si bien la naturaleza siempre ha provocado quebrantos a las empresas— el largo proceso de cambio climático está desembocando en temperaturas extremas y en una serie de acontecimientos atmosféricos —diluvios, sequías, y huracanes— con una gravedad en cuanto a intensidad y frecuencia sin precedentes. Todo ello conduce a que sean casi unánimes las manifestaciones de los CEOs de las grandes empresas en cuanto a su compromiso con un desarrollo más sostenible. Sin embargo, según *The Economist*, en la práctica las empresas no están recibiendo presión todavía para hacer valoraciones aproximadas de cuál podría ser la depreciación de su valor de empresa como consecuencia de los riesgos de los efectos nocivos en materia de calentamiento global que justifique inversiones. Por el contrario, la mayoría de las empresas interpretan que los mercados penalizarán a aquellas empresas que quieran ser transparentes reconociendo en sus balances los riesgos previamente estimados.

Sería deseable, con todo, que se hiciera un ejercicio de analizar y dar publicidad a todas aquellas empresas y corporaciones, no solo de España sino a nivel internacional, que están invirtiendo importantes sumas de dinero en actividades e investigación que tienen muy presente contribuir a un mundo más sostenible, incluso aunque algunas de esas inversiones pueden no ser rentables en el corto plazo. Una tentativa saludable al respecto la ha realizado *The Economist* en un artículo titulado “Climate Capitalists: The not-so-dirty dozen” (21/9/2019) al que nos remitimos porque, aunque es

18. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, Ministerio de Transición Ecológica, 2019

19. *The Economist* February, 23th, 2019: “Corporate Climate resilience”.

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

claramente una lista incompleta y con posibles sesgos, adquiere valor como iniciativa que debiera ser secundada y completada como estímulo a unos valores prioritarios de sostenibilidad ambiental que están empezando a ser compartidos a nivel planetario.

Debe resaltarse, por último, que los gobiernos y también a nivel de la UE están adquiriendo conciencia creciente de la necesidad de actuar y **legislar para un mayor compromiso empresarial con el desarrollo sostenible**. Así, la Directiva 2014/95/UE y su incorporación a nuestro país con la Ley 11/2018²⁰, de 28 de diciembre, establece normas para incrementar la divulgación por las empresas de información no financiera detallada como los factores sociales y los medioambientales. En lo que respecta a estos últimos, debe suministrarse información sobre los efectos actuales y previsibles de las actividades de la empresa en el medio ambiente, y, en su caso, la salud y la seguridad, el uso de la energía, renovable o no, las emisiones GEI, el consumo de agua y la contaminación atmosférica. Esta información es tanto más necesaria y detallada en la medida que existan más probabilidades de que se materialicen los principales riesgos de efectos graves, y también en el caso de que dichos riesgos ya se hayan producido, de manera que se pueda medir, supervisar y gestionar el rendimiento de las empresas en lo relativo al desarrollo sostenible y su impacto en la sociedad. Con ello, se pretende propiciar descensos significativos de las emisiones GEI por las empresas; incentivar desarrollos tecnológicos y su incorporación a los procesos productivos para una creciente contribución de las empresas a contener el cambio climático y favorecer el desarrollo sostenible.

Es oportuno citar aquí la inclusión de la **Economía Circular** como estrategia de la Unión Europea en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Y esto exige, como afirma M^a Luisa Castaño²¹, pasar de un modelo lineal de desarrollo a un modelo circular en el que la extracción, la producción y el diseño de los productos, su consumo así como su reciclaje, reparación y reutilización se concibe para mantener el valor de los recursos el máximo tiempo posible en la economía.

La economía circular representa el nuevo modelo productivo para la protección del planeta y la garantía del bienestar. Su aplicación resulta especialmente necesaria para la descarbonización de sectores difusos como la calefacción, la industria y el transporte. Va a resultar particularmente decisivo también el concepto de economía circular aplicado al suministro de los minerales críticos que vamos a ver a continuación, de demanda muy creciente para las nuevas tecnologías y las energías renovables, que constituyen el núcleo de la transición energética y el desarrollo sostenible.

20. Ley 11/2018, de 28 de diciembre, (BOE 29/12/2018), por la que se modifica el Código de Comercio, el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital y la Ley 22/2015, de Auditoría de Cuentas, en materia de información no financiera y diversidad.

21. *Economía Circular: del concepto a la oportunidad en el ámbito energético*. Cuadernos de Energía, nº 59, junio, 2019, Enerclub.

E. IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DE LOS MINERALES CRÍTICOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

El desarrollo sostenible obliga a una producción energética limpia de emisiones, sobre todo en las tecnologías de generación eléctrica renovable y en los sistemas de almacenamiento. Para ello, resulta crucial disponer de un suministro seguro de los minerales de gran interés energético. Según Luis De la Torre y J. Antonio Espí²², cabe establecer dos grupos de metales o minerales relacionados con la energía para formular un análisis predictivo o de suministro seguro. Por un lado, estaría un grupo de **metales de tremenda criticidad**, donde se sitúan el cobre, el tántalo y las tierras raras. Por otro, el denominado *grupo dilema* que incluye el cobalto, el litio y el grafito.

La gran criticidad del primer grupo no se refiere en absoluto a que se prevean graves riesgos de suministro sino sobre todo a la importancia estratégica de los mismos para el despliegue de la energía eléctrica renovable. De hecho, los autores señalan que la demanda de estos metales está aumentando mucho pero que al ritmo de consumo actual estaría asegurado el suministro de tierras raras durante 920 años, el tántalo durante 85 a 500 años y el cobre durante también el amplio abanico entre 40 y 280 años. Ciertamente la demanda aumenta con intensidad, pero también la presencia de nuevos recursos y se están adoptando medidas de reciclado. Un tema sensible y llamativo es el de la concentración en China de producción y/o demanda de esos productos, especialmente en el caso de las tierras raras donde acapara el 80% de la producción y dos tercios de la demanda mundial. También encabeza la importación de tántalo con el 37%.

El llamado *grupo dilema*, (cobalto, litio y grafito), se enfrenta a un aumento enorme de demanda relacionado, sobre todo, con el coche eléctrico. No obstante, el *stock* conocido está perfectamente capacitado para atender ese aumento de la demanda, en el caso del litio de 300 a 1.000 años; el grafito de 230 a 800 años y en cuanto al cobalto hay mayor incertidumbre. La mitad de la producción anual se realiza en el Congo, donde es posible una hipótesis de incertidumbre sociopolítica, pero al menos la mitad de las reservas conocidas se encuentran en China.

Ciertamente la subida de precios ligada a la demanda actual y previsible está siendo muy intensa, salvo en el grafito, y es de difícil sustitución a corto plazo. En el horizonte de 2030, cabría el supuesto de algún desabastecimiento coyuntural, pero se confía en que los precios al alza motiven aumentos de producción y los desarrollos tecnológicos tanto para la reducción del consumo unitario como para la progresiva sustitución por otros productos. Además, se le concede mucha importancia al reciclado de estas materias.

22. Luis De la Torre Palacios y J. Antonio Espí (ambos de la Universidad Politécnica de Madrid): *Predicción del comportamiento en el suministro seguro de los metales de interés energético: la actualidad del litio, cobalto y grafito*. Real Instituto Elcano. 10 de septiembre, 2018.

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Siguiendo, por otra parte, a Gonzalo Escribano²³, basado en estudios relativos a la necesidad de minerales críticos para el sistema energético alemán, se concluye que no hay problemas graves de minerales para la generación en hidroelectricidad, plantas termo solares, turbinas solares fotovoltaicas y redes eléctricas. No obstante, se identifican con carácter crítico algunas subtecnologías, en:

- Eólica: Neodimio (Nd); Disprosió (Dy); que pueden ser importantes para la eólica *offshore*. Se insiste en la necesidad de desarrollar sistemas de reciclado en estos productos.
- Fotovoltaica: puede haber problemas de seguridad de suministro en Indio (In) y Selenio (Se), aunque también se puede incrementar el reciclado de estos minerales y del Galio (Ga).
- Baterías: hay problemas de criticidad en Vanadio (V), necesario para la tecnología de almacenamiento a gran escala. Por consiguiente, se recomienda su sustitución por baterías de litio-ion menos críticas en cuanto a disponibilidad de recursos, o por instalaciones físicas (bombeo, aire comprimido).

El Litio ha demostrado elasticidad suficiente para adaptarse a la demanda creciente y sus principales productores no generan especial conflicto, como son Australia, Chile y Argentina.

La conclusión general en materia de minerales críticos relacionados con las energías renovables es que, si bien no hay en general riesgos graves de suministro y de precios asociados a esos riesgos, conviene desarrollar producción autóctona si es posible, avanzar en el reciclaje y reutilización y búsqueda de alternativas. España tendrá que definir su estrategia sobre la cadena de suministro de minerales críticos. De manera más amplia y a nivel europeo será necesario, como afirma Gonzalo Escribano, que se redefina la geoestrategia tradicional en el sentido de impulsar la cooperación, frente a posiciones tradicionales aisladas y de confrontación, en todo lo relacionado con la energía ante los retos que plantea el desarrollo sostenible.

LUCES Y SOMBRAS EN EL PROCESO DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA

Desde el punto de vista de la contribución de la energía al desarrollo sostenible, que es el objeto principal de este trabajo, cabe afirmar que durante los años 50 y 60 España disponía de una situación más que aceptable en la que la energía hidroeléctrica representaba por encima del 70%, siendo el resto generado con térmica de carbón. Cualquier ingeniero eléctrico nos confirmará que la energía hidroeléctrica es, sin duda, la que mejores atributos tiene, por su contribución a una energía

23. Gonzalo Escribano: *Energías renovables y renovación de la geopolítica*, en *Energía y Geoestrategia*, 2017. Instituto Español de Estudios Estratégicos y Club Español de la Energía.

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

limpia, por su gran inercia, por su rápida adaptabilidad y por su aportación a la seguridad de suministro. En este sentido, hoy día Noruega, con más del 90% de energía hidroeléctrica se lleva todos los honores de contribución a la energía limpia. Esta energía renovable, y las demás que está aplicando para obtener en la actualidad el 100% de energía eléctrica con fuentes renovables, pueden ser financiadas en dicho país con parte del rendimiento de sus exportaciones de hidrocarburos, que no ha dudado en extraer en grandes cantidades del mar del norte y que siguen haciéndolo en la actualidad.

A partir de 1970 decae en España el peso de la energía hidroeléctrica desde el 60,7% en dicho año al 43,6% una década después. Esta caída de 17 puntos porcentuales en el peso de esta energía

CUADRO II.6: EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD ELÉCTRICA INSTALADA EN ESPAÑA (MW)

	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hidráulica (incl. Bombeo)	16.221	16.728	17.107	17.341	17.348	20.358	20.362	20.359	20.378	20.378
Nuclear	7.329	7.677	7.515	7.573	7.573	7.573	7.573	7.117	7.117	7.117
Carbón	10.243	11.049	11.342	11.079	10.936	10.936	10.004	10.004	10.030	9.683
Fuel + Gas	7.259	7.521	4.698	2.996	2.996	2.490	2.490	2.490	2.490	2.490
Ciclo combinado	594	1.391	26.573	26.670	26.670	26.670	26.670	26.670	26.284	26.284
Hidroeólica	-	-	-	-	11	11	11	11	11	11
Resto hidráulica ⁽¹⁾	1	1.829	2.031	2.095	2.095	-	-	-	-	-
Eólica			19.707	23.009	23.028	23.004	23.050	23.130	23.507	23.556
Solar fotovoltaica	0	2	3.829	4.638	4.646	4.681	4.686	4.688	4.714	4.780
Solar térmica	-	-	532	2.299	2.299	2.304	2.304	2.304	2.304	2.304
Térmica renovable/ Otras renovables ⁽²⁾	-	181	820	950	987	873	858	860	865	865
Térmica no renovable/ Cogeneración y resto/ Cogeneración ⁽³⁾	159	4.216	7.215	7.179	7.169	6.167	5.979	5.814	5.741	5.734
Residuos no renovables ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	508	497	497	491	491
Total	41.806	50.594	101.371	105.830	105.758	105.736	104.647	104.108	104.094	103.855

Fuente: Red Eléctrica de España. Datos a 31 de diciembre. Para el año 2019 datos a marzo de 2019.

(1) Incluye todas aquellas unidades menores de 50 MW que no pertenecen a ninguna unidad de gestión hidráulica (UGH). A partir de 2015 están incluidas en hidráulica convencional y mixta.

(2) Otras renovables incluyen biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica. Los valores de potencia incluyen residuos hasta el 31/12/2014.

(3) Los valores de potencia incluyen residuos hasta el 31/12/2014.

(4) Potencia incluida en térmica renovable y térmica no renovable/cogeneración y resto/cogeneración hasta el 31/12/2014.

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

limpia hidráulica fue cubierta en un 85% por térmicas clásicas, básicamente de carbón, con lo que se registró un evidente retroceso desde el punto de vista de las emisiones de gases de efecto invernadero en la generación eléctrica en España.

Durante los años 80 la hidráulica pierde algunos puntos adicionales hasta estabilizarse en torno al 37% de cuota en la generación eléctrica. **En los años 80 entraron en funcionamiento la mayoría de las centrales nucleares** con una capacidad instalada que pasa de ser prácticamente nula en 1970 (153 MW) a 1.120 MW en 1980, pasando diez años más tarde a los 7.364 MW, que es el nivel, con pequeñas variaciones, en el que se ha situado hasta la actualidad. Esta instalación de energía nuclear ha contribuido a contener las emisiones de gases de efecto invernadero en la proporción en que contribuye a la generación eléctrica, en torno al 20%.

Cabe situar el **año 2000** como el punto de partida del verdadero análisis moderno de la relación de energía y desarrollo sostenible, porque es el **inicio de la irrupción de las otras renovables**, especialmente pero no solo, la solar y la eólica, llamadas a jugar un papel fundamental en el proceso de transición energética.

Pero antes de seguir adelante, es necesario hacer balance de dos importantes limitaciones que se arrastraban en la política energética al iniciarse el nuevo siglo. En primer lugar, se había llegado a una situación en la que la capacidad instalada apenas podía cubrir la demanda eléctrica. Una de las lecciones mejor aprendidas por los gestores eléctricos nacionales, por su trascendencia, es la de proyectar y exigir una evolución de la capacidad de generación eléctrica con cierta holgura para atender la demanda punta, considerando situaciones extremas por ejemplo de temperatura o baja hidráulidad. Y esa precaución es tanto más exigible cuanto menores sean las interconexiones eléctricas internacionales, cual es el caso de España.

Ya desde los años 70 venía aumentando la capacidad instalada a menor ritmo que la demanda eléctrica, pero ese desfase se amplió enorme y peligrosamente en los años 90. En esa década la capacidad instalada aumentó un 21%, (de 41.807MW en 1990 a 50.594MW en 2000), cifra que es menos de la mitad del crecimiento del consumo eléctrico, el 48%, especialmente en la segunda mitad con mayor dinamismo económico.

Nos encontrábamos, por tanto, al inicio de este siglo con una situación comprometida en cuanto al muy reducido margen de reserva para la garantía de suministro eléctrico ante cualquier circunstancia adversa, como sucedió en el 2001 con escasa hidráulidad y fuerte demanda a causa de baja temperatura en invierno. El 17 de diciembre de dicho año el Operador del Sistema de Red Eléctrica se vio obligado a ordenar cortes parciales de suministro (deslastre) en Madrid y Levante porque no había capacidad para atender la demanda.

A esta situación de muy escaso margen de reserva de capacidad eléctrica contribuyó la llamada **moratoria nuclear**, una decisión enormemente negativa para la sostenibilidad energética²⁴ y también para la competitividad de nuestra industria. En 1981 se tomó la decisión de paralizar las obras de las centrales nucleares nuevas, Lemóniz, que estaban prácticamente terminadas, y Valdecaballeros, en construcción, y se paralizó también la ampliación de Trillo II. Esta decisión tuvo respaldo legal con la Ley 40/1984, cuya consecuencia fue la de tener que abonar a los inversores en esas centrales 5.717 millones de euros, de ellos 1.300 millones en intereses, durante 20 años, hasta el 26 de octubre de 2015, con la consiguiente repercusión en la factura eléctrica a todos los ciudadanos. Se ha reconocido que fue una de las peores decisiones en la historia de la política energética española, por haber puesto en peligro el margen necesario de capacidad instalada para la seguridad de suministro en aquel período, por haber impedido elevar el porcentaje de energía eléctrica libre de emisiones y por haber contribuido a encarecer el coste de la tarifa eléctrica.

Centrándonos en la política energética durante la primera década de este siglo, debe hacerse referencia a tres hechos protagonistas: a) la fuerte introducción de plantas de ciclo combinado de gas para atender el aumento de la demanda eléctrica en esa etapa de fuerte expansión económica, b) el inicio y gran despliegue de la energía renovable eólica y solar y c) las decisiones tomadas para acelerar la liberalización del mercado eléctrico.

A. LA IRRUPCIÓN DEL GAS EN GRAN ESCALA

En el año 2002 entraron en funcionamiento las primeras centrales de ciclo combinado de gas con un total de 2.619 MW. En los años siguientes, entre 2003 y 2008, se instalaron otros 19.000 MW con esta tecnología, arrojando un total de capacidad instalada de 21.716 MW, que significaba la mayor contribución a la cobertura de la demanda, más del 30%. En 2010 se habían alcanzado los 26.573 MW, cifra que, con pequeñas variaciones, persiste hasta 2019. Importa destacar que frente a las centrales térmicas tradicionales, esta tecnología del ciclo combinado del gas tiene ventajas de orden financiero, técnico y medioambiental.

También debe destacarse que, al tener que ser importado el gas en su totalidad, se llevó a cabo en aquel período un enorme despliegue de inversiones en plantas de regasificación, mediante la ampliación de las existentes (Barcelona, Huelva y Cartagena), y la creación de otras nuevas como Bilbao

24. El Plan Energético Nacional de 1978 fija en 12 el número de reactores nucleares: Almaraz I (1983) y II (1984) en Cáceres; Lemoniz I y II (que no entraron en operación comercial) en Vizcaya; Asco I (1984) y II (1986) en Tarragona; Cofrentes (1985) en Valencia; Valdecaballeros I y II (que no entraron en funcionamiento) en Badajoz; Vandellós II (1988) en Tarragona; Trillo I (1988) y II (que quedó en suspenso).

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

(2003), Sagunto (2006) y Mugardos en La Coruña (2007). Ante la insuficiencia de las interconexiones eléctricas internacionales, la seguridad de suministro nos la han proporcionado estas plantas de regasificación, aparte los dos gasoductos con Argelia, porque permiten total diversificación de origen mediante el transporte de gas licuado (GNL) con barcos metaneros.

El principal problema, relacionado con el gas, para la política energética y el desarrollo sostenible, no está en las actuaciones internas, sino que se halla en los obstáculos que España está teniendo para ampliar las conexiones gásticas con el resto de Europa, como ya hemos comentado anteriormente. Se está impidiendo el desarrollo de un mercado competitivo en esta tecnología favorable como complemento necesario de las renovables en la transición energética. Cabe añadir que las infraestructuras de gas pueden verse potenciadas a medio o largo plazo por el papel que puedan jugar en el transporte de hidrógeno.

B. EL VERTIGINOSO AUMENTO DE LAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES... HASTA 2013

El punto de partida normativo para la introducción en España de las energías renovables se encuentra en el Real Decreto 2818/1998 que sentó las bases para el desarrollo gradual de las energías renovables en nuestro país y permitía, por primera vez, que se pudiese elegir entre percibir una tarifa regulada o acudir al mercado y obtener ese precio más una prima para ver retribuidas esas instalaciones renovables. **La primera tecnología en desplegarse fue la eólica**, que ha ido de manera sistemática escalando posiciones en aumento de capacidad instalada, desde 1.819 MW en el año 2000 a los 23.009 en 2013, año a partir del cual se ha producido un estancamiento.

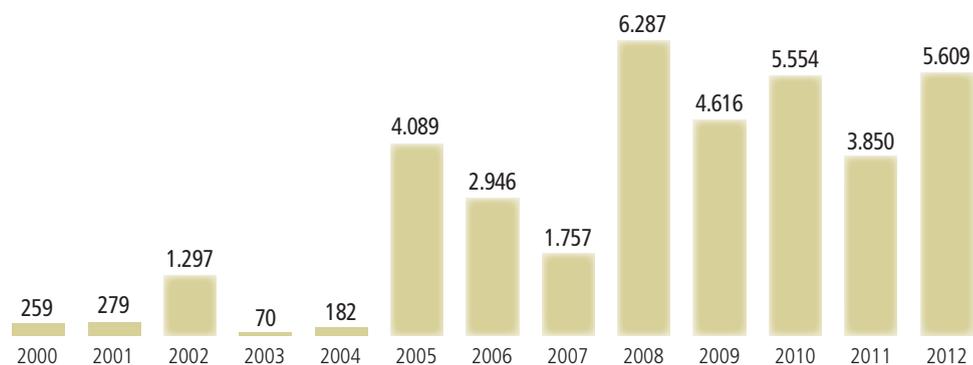
En el año 2004 se aprobó el Real Decreto 436/2004²⁵, que a la vez que consolidaba el apoyo a las renovables, establecía mecanismos que limitaban o impedían los excesos, modulando la cuantía de la potencia instalada y el importe de las primas para ganar experiencia en el desarrollo incipiente de las nuevas energías renovables.

Desde el punto de vista de la política energética, el impulso a las energías renovables a un coste asequible para el sistema tenía un doble objetivo. Por un lado, el fomento de recursos autóctonos que redujesen la histórica y abultada dependencia energética que tiene España, del orden del 75%, como ya hemos dicho. Por otra parte, el cumplimiento de los compromisos derivados de los acuerdos a nivel comunitario sobre reducción de emisiones en el contexto del Protocolo de Kyoto y del Acuerdo de París aprobado con casi unanimidad a nivel planetario.

25. Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

La entrada en vigor del Real Decreto 661/2007²⁶ supuso que la tecnología solar fotovoltaica experimentase un espectacular crecimiento. Su potencia instalada pasó de 618 MW en 2007 a 3.351 MW en 2008, lo que representó un aumento del 524% en solo un año, consecuencia del gran atractivo de los incentivos sin haber establecido límites a la capacidad instalada con esta tecnología. Esta regulación trajo consigo una enorme elevación del coste para el sistema, obligando a subidas importantes en la tarifa eléctrica. Pero esas subidas, con ser elevadas, no alcanzaban ni de lejos a cubrir los costes incurridos, dando lugar a una elevación sustancial del déficit de tarifas del sector eléctrico.

GRÁFICO II.7 · DÉFICIT DEL SISTEMA ELÉCTRICO GENERADO ENTRE 2000 Y 2012 (MILLONES DE EUROS)



Fuente: CNE

Ese déficit, que no fue solo consecuencia de los incentivos a las renovables, habiendo influido también la debilidad de la demanda desde 2008, inició su escalada en 2005 con 4.089 millones de euros y fue creciendo a partir de 2008 hasta sumar los 26.000 millones de euros en 2013²⁷.

Hubo varios errores, algunos de ellos reconocidos por uno de los protagonistas²⁸ en ese período, al que nos remitimos. A la hora de establecer incentivos (primas) a las energías renovables (podía valer para otras inversiones), se entiende que es posible que sean insuficientes para atraer inversiones o que puedan ser generosas, en cuyo caso habrá una avalancha de iniciativas, sobre todo si, además, como consecuencia de avances tecnológicos tales iniciativas se vuelven todavía más atractivas. El

26. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

27. CNE: Nota resumen del saldo de la deuda del sistema eléctrico a 10/05/2013

28. Miguel Sebastián, Ministro de Industria, Turismo y Comercio (2008-2011): *Algunas reflexiones sobre la situación energética*. Cuadernos de Energía núm. 41, Dic. 2013. ENERCLUB

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Real Decreto 436/2004 fijaba procedimientos de revisión periódica de las primas cada dos años para nuevos entrantes en función de los avances tecnológicos, al mismo tiempo que se establecieron topes a la capacidad instalada nueva con esas primas. Con el Real Decreto 661/2007 estábamos ante generosas primas, lo que siempre puede suceder, pero sin límite en la cantidad instalada, lo que dio lugar al mencionado aumento espectacular de la capacidad fotovoltaica en solo un año y al consiguiente aumento del coste para el sistema.

España ha pagado lo que se denomina como la *curva de aprendizaje*, es decir el sobre coste que supone siempre la primera fase de inversión en una tecnología en rápido avance tecnológico y bajada de costes, impulsado ese avance por el país pionero. Como afirma Miguel Sebastián, probablemente tal sobre coste debiera formar parte de incentivos a incluir en los Presupuestos Generales del Estado, y no en la tarifa eléctrica, porque el objetivo es el desarrollo tecnológico y la mejora de la capacidad competitiva del país. En cambio, el mayor coste para la tarifa eléctrica daña esa competitividad en las empresas, especialmente las más intensivas en el uso de la electricidad.

Las medidas que ha habido que adoptar a partir de 2013 para evitar el déficit tarifario, aunque hay que seguir pagando en la tarifa la deuda acumulada anterior, han supuesto una reducción sustancial de las inversiones en renovables hasta la actualidad. De hecho, la potencia instalada renovable se ha mantenido prácticamente estancada entre 2013 y 2018. En 2019 está cambiando el panorama al iniciarse, con datos hasta agosto, una etapa de aumento importante tanto de la energía eólica como la fotovoltaica.

C. LAS INICIATIVAS ADOPTADAS PARA ACELERAR LA LIBERALIZACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO

A nivel comunitario, el proceso de liberalización del mercado energético europeo se inició a finales de 1995 con la aprobación de la Directiva 96/91/CE sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, dando un plazo de adaptación nacional entre el 1 de enero de 1997 y el 31 de diciembre de 2005. La respuesta española fue rápida y eficaz por la búsqueda de consenso con los agentes implicados, dando lugar al Protocolo Eléctrico de diciembre de 1996 en materias de competencia, evolución de la tarifa eléctrica y energías renovables, entre otras. Así se pudo aprobar la Ley 54/1997 del sector eléctrico y, un año más tarde, la Ley 34/1998 del sector de hidrocarburos. Con el fin de velar para que se produjera realmente la competencia en el sector que se estaba legislando, se creó la Comisión Nacional de la Energía (CNE), que posteriormente quedó integrada en la CNMC.

Hay dos hitos importantes en relación con el incremento de la competencia en el sector. Por una parte, la **total apertura del mercado minorista de electricidad** a partir del 1 de enero de 2003, superando los requisitos europeos entonces vigentes, y, por otra, la entrada en funcionamiento el 1 de julio de 2007 del **Mercado Ibérico de Electricidad (MIBEL)**. El desarrollo de nuevas interconexio-

nes eléctricas con Portugal ha permitido aumentar los intercambios internacionales en el seno del MIBEL, elevándose así la eficiencia para los usuarios de ambos países. No se puede decir lo mismo, como se comentará ampliamente en el capítulo IV, sobre nuestra capacidad real de integración en un auténtico mercado interior europeo de la energía mientras no se demuestre coherencia exigiendo un aumento de la capacidad de interconexión eléctrica, al menos en los términos que ha reiterado el Consejo Europeo. En parecidos términos hay que expresarse sobre las limitaciones al mercado europeo del gas.

El objetivo de la introducción de mecanismos de mercado –como es el *pool* mayorista y la entrada de comercializadores– es el de **lograr precios competitivos** en este bien básico que es la electricidad. El *pool* funciona con el sistema marginalista, como en toda Europa, en el que el precio fijado cada día es el de la última tecnología entrante en el mercado, sistema que desde luego no es perfecto pero hasta ahora no se ha encontrado otro mejor. La evolución de los precios del *pool* refleja con bastante fidelidad las circunstancias objetivas que pueden impulsarlos hacia arriba o hacia abajo, por ejemplo, fuertes subidas de demanda provocadas por condiciones climáticas que puede coincidir con escasa pluviosidad y situación anticiclónica con escasa oferta de energía eólica. A la inversa, se ha podido observar ocasionalmente bajadas importantes del precio en el mercado mayorista provocadas por un funcionamiento elevado de las tecnologías renovables.

En este sentido, la introducción masiva de energías renovables es probable que traiga consigo en promedio, aunque con bastante variabilidad, una progresiva reducción de los precios energéticos, dado que los costes variables de generar electricidad con el viento y el sol, a diferencia de lo que sucede con las demás tecnologías tradicionales como el gas, el carbón o la nuclear, son prácticamente nulos. En el medio y largo plazo podemos encontrarnos con una situación en la que el mercado no proporcionaría recursos para financiar las cuantiosas inversiones relacionadas con los objetivos de la transición energética.

Con independencia de la evolución de los precios de la electricidad, que puede ser más o menos racional, hay otra cuestión importante relacionada con determinados conceptos que elevan el coste de la energía y se discute, no ya la conveniencia, sino incluso la racionalidad de su inclusión en la factura de la energía eléctrica. Uno de ellos es el llamado **extracoste extrapeninsular**, es decir, el mayor importe de la factura a pagar por todos los usuarios de España derivado del mayor coste que tiene el producir electricidad en las islas, Ceuta y Melilla. Esta es una política social territorial, sin duda totalmente oportuna, pero que, como sucede con el transporte aéreo, debiera estar residenciada en los Presupuestos Generales del Estado (PGE) y ha supuesto tradicionalmente en torno a 1.500 millones de euros.

Otro concepto es el de la deuda histórica acumulada como consecuencia del **déficit tarifario**, generado en su mayoría, en el período 2005-2012, al que se hizo referencia anteriormente en este trabajo, y que como apunta la Comisión de Expertos en el trabajo ya referenciado, son costes relacionados

CAPÍTULO II · LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

con el suministro pasado que “deberían financiarse desde los Presupuestos Generales del Estado mediante la adopción de medidas impositivas con el menor efecto distorsionador posible”.

Un tercer componente que debiera ser revisado es el de la **fiscalidad de la energía eléctrica**. No estamos haciendo referencia al IVA, que por supuesto debe seguir vigente con independencia de la posible discusión del tipo impositivo, como sucede en otros países europeos. En España es del 21% y se aplica sobre la factura total, que incluye un impuesto específico a la electricidad del 4,864% con un rendimiento de 1.500 millones de euros, elevando el coste de la factura sobre la cual se aplica después el IVA. En el capítulo IV se hace una reflexión más detenida sobre la fiscalidad de la energía y la sostenibilidad ambiental.

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050



economistas
Consejo General

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

Las proyecciones actuales, con horizonte a medio plazo (2030) y a largo plazo (2050), se centran en analizar los tipos de energía que van a ser los que mejor atiendan a los tres objetivos ya conocidos de seguridad de suministro, competitividad económica y sostenibilidad ambiental. Esos análisis tienen en cuenta el “estado del arte” de las distintas fuentes de energía, es decir, la tecnología en curso y las tendencias dominantes en cuanto a la mayor aceptación social. Ese es el plano que mantiene la Unión Europea y países integrantes donde estamos.

Es importante, con todo, hacer al menos referencia a ciertas “visiones” sobre el futuro de la energía²⁹ y su transición hacia estados menos carbónicos, que se centran por ejemplo en pequeños reactores nucleares, las pilas de combustible del hidrógeno, el carbón limpio, el *shale gas*, la fusión nuclear, etc. Y también sería necesario analizar las consecuencias de la transición energética en ámbitos como el de los contadores inteligentes o el de los automóviles eléctricos autónomos.

Es necesaria la prudencia en la formulación de previsiones energéticas para una sociedad más sostenible. A comienzos de este siglo, importantes análisis de prospectiva energética ponían énfasis en el papel protagonista que iba a jugar el **hidrógeno**³⁰ para sustituir a las fuentes clásicas de carácter fósil. Nunca debe descartarse que los avances tecnológicos concedan al hidrógeno en un plazo dilatado el protagonismo que le preveía Rifkin al iniciarse el nuevo milenio. Pero es cierto que casi dos décadas después el hidrógeno no está siendo colocado todavía en un plano de gran relevancia entre las nuevas energías sostenibles que vayan a sustituir progresivamente a las convencionales, al menos en el horizonte 2030, salvo el uso bastante consolidado en determinadas industrias (especialmente en el refinado de petróleo y la producción de fertilizantes) y en los ámbitos espacial y del ejército que se obtiene en mayor medida a partir del gas y del carbón por ser más eficiente pero también muy contaminante.

A los efectos de este trabajo, importa centrarse en las aplicaciones del hidrógeno tanto de carácter estacionario (residencial y servicios) como, sobre todo, en el transporte, donde de momento está

29. Benjamin K. Sovacool: *Visions of Energy Futures. Imagining and innovating Low-Carbon Transitions*. Routledge. New York. 2019

30. Jeremy Rifkin: *La economía del hidrógeno*. Paidós, 2002. Texto original inglés en año 2000. Penguin. Nueva York.

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

totalmente ausente. La producción de hidrógeno a partir de fuentes poco o nada contaminantes, por ejemplo, la hidrólisis generada con energía eólica, fotovoltaica o nuclear, no es competitiva todavía. No obstante, es obligado remitirnos a dos excelentes trabajos, de junio de 2019, uno extenso de la Agencia Internacional de la Energía sobre el futuro del hidrógeno³¹ y otro de Antonio González García-Conde, vicepresidente de la Asociación Española del Hidrógeno, éste más centrado en el contexto de la transición energética europea y española³². Ambos albergan esperanzas fundadas de que el hidrógeno jugará un papel relevante para hacer frente a varios de los desafíos que tiene la energía para reducir las emisiones, para producir, almacenar y usar la energía en diferentes formas, y para ayudar a que la energía renovable se ajuste mejor al comportamiento de la demanda jugando el papel de almacenamiento de esa energía renovable durante días, semanas o meses con menor coste que otras alternativas.

Se reconoce que la UE requiere hidrógeno a gran escala y sin él no se podrán alcanzar los objetivos de descarbonización propuestos. Eso al menos se infiere de los informes de la Iniciativa Tecnológica Conjunta en Hidrógeno y Pilas de Combustible de la Comisión Europea (FCH JU). Hace falta que siga bajando el coste de esas energías renovables y que se apliquen medidas a nivel internacional y cooperación de gobiernos y empresas para llevar a cabo las infraestructuras y los desarrollos tecnológicos necesarios. Quizá sea verdad lo que afirma la AIE de que “esta vez podría ser diferente” frente a los pasos en falso que ha habido en el pasado. Por su trascendencia, debe hacerse un seguimiento estricto de la tecnología del hidrógeno, aunque, como hemos dicho anteriormente, su papel empezaría probablemente a ser relevante más allá del horizonte 2030.

También la **fusión nuclear** había suscitado a comienzos de siglo gran interés y esperanza de desarrollo, aunque todavía en fase de investigación con el proyecto de Reactor Experimental Termonuclear Internacional (ITER por sus siglas en inglés) que varios países decidieron llevarla a cabo de manera conjunta, ubicando el centro de investigación en Francia. Es probablemente uno de los proyectos más importantes de la humanidad para llegar algún día a tener energía abundante, limpia y totalmente asequible pero quizá no antes de medio siglo. Nuevamente aquí debe aceptarse que esta tecnología no estará asequible en los horizontes energéticos planteados de la primera mitad del presente siglo, lo que no significa que renunciemos, sino todo lo contrario, a estar presente nuestro país en la investigación y desarrollo del mencionado proyecto ITER.

31. *The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities*. Report prepared by de IEA for the G20, Japan. June, 2019

32. Antonio González García-Conde: *Tecnología del Hidrógeno en la Transición Energética. Una gran oportunidad para España*. Cuadernos de Energía, nº 59, junio, 2019. Enerclub.

Un análisis pragmático de prospectiva de lo que se plantea en este trabajo sobre energía y desarrollo económico sostenible debe centrarse en los objetivos que en la actualidad se están estableciendo por la Unión Europea para los mencionados horizontes de 2030 y 2050, y los compromisos en objetivos y políticas que deben ser asumidos por cada país en coherencia con los globales comunitarios, centrándonos como es lógico en España.

LA CUANTIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Los grandes objetivos de la UE en energía y clima en el horizonte de 2030 son los siguientes:

- 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 32% de fuentes renovables sobre consumo total de energía final bruta.
- 32,5% de mejora en la eficiencia energética.
- 15% de interconexión eléctrica de los estados miembros en relación a la capacidad instalada.

Estos objetivos se han fijado a partir del ya conocido “paquete de invierno” y se ha establecido que en 2023 serán revisables los relacionados con los porcentajes de renovables, eficiencia e interconexión. También se ha fijado que la Unión Europea sea neutra en carbono para 2050.

Esos grandes objetivos a nivel comunitario deben ser concretados por cada Estado Miembro elaborando al respecto un **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)** para el período 2021-2030. Este Plan sirve de base para hacer un seguimiento elaborando informes de progreso cada dos años, según establece el Reglamento de Gobernanza.

Cumpliendo con ese compromiso, el gobierno español ha elaborado el PNIEC, donde se establecen los correspondientes **compromisos para nuestro país**:

- 21% de reducción de emisiones GEI respecto a 1990 (48,4% respecto a 2005).
- 42% de fuentes renovables sobre uso final de energía.
- 39,6% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

Se establece que para 2050 se hayan reducido en un 90% las emisiones GEI en coherencia con la UE y se fija también el objetivo de alcanzar el 100% de energía renovable.

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

EL EXIGENTE COMPROMISO EN REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES GEI

Tomando como referencia el año 2005, la reducción total de emisiones para 2030 habría sido del 48,4%, pasando de 439,1 a 226,7 millones de toneladas de CO₂ eq. (Ver cuadro III.1). El descenso será del 60% para los sectores sometidos al sistema de comercio de emisiones (ETS por sus siglas en inglés) y del 38% en los sectores difusos (residencial, transporte, agricultura, residuos, gases fluorados e industria no sujeta a ETS). Como el mencionado PNIEC se enmarca en el período 2021-2030, resalta que, sobre el año previo, es decir 2020, los que van a reducir en mayor medida sus emisiones son:

- Generación eléctrica, un 69%, pasando de 63,5 MtCO₂-eq a 19,65 MtCO₂-eq
- Movilidad y transporte, 32,7%, de 85,7 MtCO₂-eq a 57,7 MtCO₂-eq
- Residencial, comercial e institucional, un 26,8%, de 26,6 MtCO₂-eq a 19,4 MtCO₂-eq

CUADRO III.1: EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES (MILES DE TONELADAS DE CO₂ EQUIVALENTES)

	1990	2005	2015	2020*	2025*	2030*
Transporte	59.199	102.310	83.197	85.722	74.638	57.695
Generación de energía eléctrica	65.864	.623	74.051	63.518	27.203	9.650
Sector industrial (procesos de combustión)	45.099	68.598	40.462	40.499	37.246	33.530
Sector industrial (emisiones de procesos)	28.59	31.992	21.036	21.509	22.026	22.429
Sectores residencial, comercial e institucional	17.571	31.124	28.135	26.558	23.300	19.432
Ganadería	21.885	25.726	22.854	23.247	21.216	19.184
Cultivos	12.275	10.868	11.679	11.382	11.086	10.791
Residuos	9.825	13.389	14.375	13.657	11.898	9.650
Industria del refino	10.878	13.078	11.560	12.247	11.607	10.968
Otras industrias energéticas	2.161	1.020	782	721	568	543
Otros sectores	9.082	11.729	11.991	14.169	13.701	13.259
Emisiones fugitivas	3.837	3.386	4.455	.715	.19	.25
Uso de productos	1.358	1.762	1.146	1.231	1.283	1.316
Gases fluorados	64	11.465	10.086	8.267	6.152	4.037
Total	287.656	439.070	335.809	327.443	266.343	226.737

Fuente: Borrador PNIEC. Ministerio para la Transición Ecológica, 2019.

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

En definitiva, de los 100 millones de toneladas de CO₂ equivalentes en que se propone reducir las emisiones en el período del PNIEC 2021-2030, (de 327,4 a 226,7 MtCO₂-eq), 79 millones de toneladas se concentran en los mencionados tres sectores, lo que debe tenerse en cuenta desde el punto de vista de los objetivos generales de desarrollo sostenible y de las medidas a llevar a cabo.

Resulta obligado hacer una valoración prudente del esfuerzo que se plantea en materia de reducción de emisiones GEI si, como es lógico, se desea al mismo tiempo el crecimiento sostenido del PIB y de la creación de empleo. Esto nos lleva a dos reflexiones, una sobre las enseñanzas que cabe extraer de la experiencia y otra sobre las implicaciones enormes para la política energética, en particular para la electrificación de la economía y de la sociedad española.

El punto de partida hay que situarlo en 1990, año de referencia del Protocolo de Kyoto y porque la UE lo utiliza como referencia para plantear objetivos de reducción de emisiones GEI. El nivel de desarrollo de España en aquel año, en términos de renta per cápita, estaba por debajo del 70% de la media europea y en ese escenario era razonable aspirar a avanzar en convergencia real y a ello colaboraban, en efecto, los fondos estructurales europeos.

Si nos situamos ahora en el otro año de referencia, 2005, para la fijación de objetivos en Europa, España logró un avance en su PIB en esos 15 años del 131,7%, lo que trajo consigo un aumento de las emisiones GEI del 52,9%. Esta cifra puede parecer muy alta para los objetivos mundiales, tan bien intencionados como faltos de realismo con el estado de la tecnología existente, pero es bastante prudente en nuestro país, al crecer a menos de mitad de ritmo que el PIB. No obstante, los dos sectores más altamente emisores de gases GEI, transporte y generación eléctrica, tuvieron un incremento de emisiones en ese período algo superior al 70%, claramente por encima de la cifra global arriba reseñada, aunque también por debajo del crecimiento del PIB.

Como vimos en el capítulo anterior, España ha tenido históricamente un *mix* diversificado de tecnologías de generación eléctrica, favorable para el objetivo de la seguridad de suministro. Sin embargo, se tomaron algunas decisiones desde los años 80 que impidieron el avance, tanto en materia nuclear como hidroeléctrica y de bombeo, nada razonables para el objetivo de favorecer el crecimiento con menores emisiones y menor dependencia exterior. Por otra parte, el desarrollo tecnológico en ese período no permitió un mayor avance en la introducción de nuevas energías renovables. En lo que respecta al transporte, el fuerte aumento del parque móvil de combustión convencional hizo inevitable el mayor aumento de emisiones, a pesar de los indudables avances en eficiencia energética de los automóviles, a lo que hay que añadir el error histórico de no promocionar en mayor medida el transporte de mercancías por ferrocarril.

Esto nos lleva a la segunda reflexión a la que hacíamos referencia anteriormente, las implicaciones para la política energética del enorme compromiso de contención de emisiones de GEI. Se trata de pasar de los 340,2 MtCO₂-eq en 2017, último año con datos conocidos, a 226,7 MtCO₂-eq en 2030,

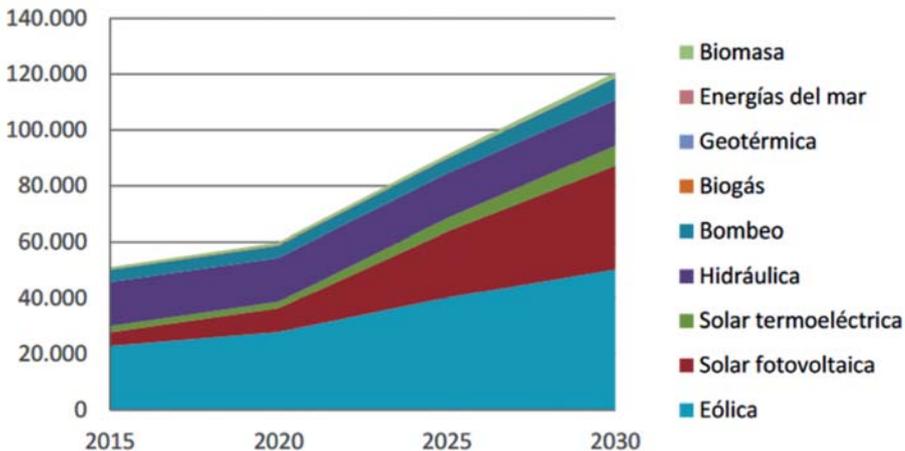
CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

lo que implica una reducción de 113,5 MtCO₂-eq o del 33,3%, cifra que es equivalente a las mencionadas anteriormente tomando como referencia los años establecidos en Europa, descenso del 21% sobre 1990 y del 48,4% sobre 2005. El grueso del ajuste, más del 70%, se centra en la electricidad, tanto en el proceso de generación como en la progresiva sustitución de combustibles fósiles por una movilidad más sostenible, que se corresponde con el segundo de los grandes objetivos de energía y clima planteados por la UE para sus Estados Miembros.

Estos objetivos están planteados por los países miembros en sus respectivos PNIEC para el período 2021-2030 siguiendo los objetivos generales y criterios fijados por la UE. El año de referencia de partida es el 2020. Como entre el año 2005 y el 2020 ha habido un menor crecimiento económico promedio, y en particular durante los años 2009-2013 se produjo una profunda recesión, no cabe sorprenderse de que las emisiones GEI previstas durante esos 15 años vayan a caer un 25,4%, aunque todavía sean un 13,8% por encima de las emisiones de 1990, cifra alejada de aquel descenso planteado a nivel conjunto de la UE del 20%, dentro del paquete ya conocido del 20-20-20.

EL PROTAGONISMO DE LA ELECTRICIDAD SOBRE BASES RENOVABLES

GRÁFICO III.2: CAPACIDAD INSTALADA DE TECNOLOGÍAS RENOVABLES (MW)



Fuente: Borrador PNIEC. Ministerio para la Transición Ecológica, 2019

El cuadro III.3 resume las principales claves que encierra el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC). En primer lugar, se plantea un aumento de la capacidad eléctrica instalada en el horizonte de 10 años del PNIEC (2021-2030) de 43.814 MW o el equivalente anual de 4.381 MW. Es un

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

crecimiento, desde luego, impresionante pero muy similar al que se produjo durante los 12 primeros años de este siglo, que ascendió a 50.184 MW, o sea 4.182 MW/año. Pero hay una diferencia sustancial entre ambos períodos. En el período 2000-2012 aquel aumento de la capacidad instalada se reparte en un 56% con tecnologías renovables (solar y eólica) y en un 44% el aumento se produce con centrales térmicas (ciclo combinado de gas). En cambio, en el horizonte del PNIEC el objetivo de tan fuerte crecimiento de la capacidad instalada descansa en exclusiva en esas fuentes renovables, compensando además el descenso de la no renovable. En concreto, se plantea para el final del período la desaparición del carbón (10.524 MW), el descenso en más de la mitad (un 57% o 4.218 MW) de la nuclear y otros 2.007 MW de otros conceptos no renovables como cogeneración.

Es decir, en esos 10 años (2021-2030) se produce un aumento de las tecnologías renovables de 60.563 MW, equivalente a algo más de 6.000 MW/año, cifra que es 2,5 veces la de aquel período tan impresionante del despliegue de renovables y que, por cierto, nos ha traído los gravísimos problemas financieros conocidos con efectos todavía vigentes. El gobierno afirma en su borrador de PNIEC que *“la potencia instalada de renovables para 2025 y 2030 queda comprometido en el PNIEC”* situándose en el 74% del total de la potencia instalada eléctrica frente al 49,8% registrado en 2018. El peso relativo entre las distintas tecnologías renovables puede variar sobre lo planteado en el mencionado cuadro en función de los costes relativos de las mismas, lo que resulta lógico.

En el cuadro III.3 (*ver página siguiente*) podemos observar, por otra parte, las importantes diferencias entre el escenario objetivo que plantea el gobierno y el del documento de la Comisión de Expertos de Transición Energética de un año antes (marzo 2018). Este último fija, y creemos que con gran fundamento, un objetivo de crecimiento de la capacidad instalada en sus dos escenarios claramente inferior al del gobierno. Pero es más significativo observar las diferencias por tecnologías.

En primer lugar, el documento de la Comisión de Expertos mantiene en sus escenarios toda la **POTENCIA NUCLEAR** existente en la actualidad (7.117 MW). Ello significa que en el horizonte del plan se va a llevar a cabo un alargamiento de la vida operativa teórica de las centrales nucleares cifrada en 40 años, frente a la posición del gobierno que prevé que en el horizonte de 2030 habrán causado baja 4.000 MW, es decir, el 55% de la existente en 2019. En Estados Unidos se contempla alargar la explotación 20 años más, sin descartar nuevas autorizaciones, y en Europa se suelen alargar las autorizaciones por períodos de 10 años, siempre que el respectivo organismo, en España el Consejo de Seguridad Nuclear, *“realice la evaluación de seguridad que asegure que se mantienen los requisitos de seguridad aplicables a las estructuras, sistemas y componentes de la misma”*³³.

33. Véase el excelente *Anexo sobre la Energía Nuclear*, del Documento de la Comisión de Expertos de Transición Energética, pp. 261-275.

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

CUADRO III.3: CAPACIDAD GENERACIÓN ELÉCTRICA INSTALADA EN ESPAÑA (PROYECCIÓN 2030)

	2015	2018	PNIeYC		COMISIÓN DE EXPERTOS	
			2020E	2030E	2030E (ESC. 1)	2030E (ESC. 2)
Eólica	22.925	23.512	27.968	50.258	31.000	31.000
Solar fotovoltaica	4.854	4.747	8.409	36.882	47.150	40.000
Solar termoelectrica	2.300	2.300	2.303	7.303	2.300	2.300
Hidráulica + bombeo	20.128	20.302	20.133	24.133	23.050	23.050
Resto renovables	677	1.055	877	1.677	2.550	2.550
Carbón	11.311	10.068	10.524	0	847	4.660
CCGT	27.531	26.322	27.146	27.146	24.560	24.560
Nuclear	7.399	7.100	7.399	3.181	7.117	7.117
Otros (Cogeneración, petróleo, etc.)	8.496	8.739	8.392	6.385	8.500	8.500
Baterías	0	0	0	0	2.358	0
Total	105.621	104.145	113.151	156.965	149.432	143.737
% Energías renovables	48,2%	49,8%	52,8%	76,6%	72,5%	68,8%
Eólica	21,7%	22,6%	24,7%	32,0%	20,7%	21,6%
Solar	6,8%	6,8%	9,5%	28,1%	33,1%	29,4%
Otros	19,7%	20,5%	18,6%	16,4%	18,7%	17,8%
% Energías no renovables	51,8%	50,2%	47,2%	23,4%	27,5%	31,2%

Fuente: PNIeYC y Comisión de Expertos de transición energética

Creemos que esto es lo más eficiente porque las CCNN proporcionan energía de base sin emisiones GEI, que es objetivo prioritario. Además, son totalmente seguras, generan bienestar en los municipios cercanos a sus instalaciones, y se evita su sustitución por otras centrales que generen emisiones o, si son sustituidas por tecnologías renovables, habría que multiplicar por cuatro su capacidad instalada para lograr el mismo período de funcionamiento y, además, con la inseguridad que genera la intermitencia. Entendemos la conveniencia de examinar la posibilidad de alargar la vida de funcionamiento de las CCNN al menos 10 años y establecer un sistema de retribución razonable a proponer por la CNMC, sacándolas del sistema marginalista actual.

La diferencia resulta sorprendente por su magnitud en la proyección de *potencia instalada renovable* que es superior en la del PNIeC entre 15.000 y 18.000 MW, siendo la diferencia especialmente abultada en la **EÓLICA** (19.000 MW). Entendemos como más razonable el planteamiento de la Comisión de Expertos, que concede un crecimiento moderado a la capacidad instalada eólica en estos próximos 12 años, aunque tampoco es despreciable pues aumenta desde los 23.512 MW instalados en 2018

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

hasta los 31.000 MW previstos por la Comisión de Expertos en sus dos escenarios. Es normal asumir que se están agotando los lugares con más probabilidad de viento y España no dispone, por otra parte, de gran capacidad de plataformas rentables y factibles *offshore*, a diferencia por ejemplo del Mar del Norte. De ahí que parezca poco realista o muy complicado el aumento de capacidad eólica que establece el PNIEC hasta los 50.258 MW en 2030 frente a los mencionados 23.512 registrados en 2018.

La única explicación, que debiera explicitarse, para alcanzar semejante ampliación de la capacidad eólica se halla en una doble apuesta que, de llevarse a cabo con los desarrollos tecnológicos respectivos, supondría un gran salto en el desarrollo económico sostenible.

- Por un lado, se encuentra el reto del posible despliegue de la eólica *offshore* sobre plataformas flotantes, hasta ahora en fase de experimentación, dado que nuestras costas alcanzan rápidamente profundidades superiores a las que habilitan las de base fija, no superiores a 50 metros. La eólica marina sobre base fija está registrando en los países nórdicos, especialmente en Reino Unido, Alemania, Dinamarca y Holanda, un rápido crecimiento, de manera que en Europa había 18,7 GW eólicos *offshore* en 2018, se esperan 25 GW en 2020 y nada menos que 70 GW en 2030, según WindEurope.

Ahora bien, España cuenta con una industria naval y de ingeniería civil muy potente para el desarrollo y despliegue de la eólica marina sobre base flotante. Los astilleros españoles y las industrias de fabricación de estructuras y torres eólicas participaron en la instalación en Escocia de un parque eólico marino flotante en 2017 y se tiene la confianza de que se alcanzarán mayores rendimientos del recurso eólico con estas plataformas flotantes y se observa que el sobrecoste —principal impedimento para su desarrollo en la actualidad— se está reduciendo de manera que en pocos años puede convertirse en alternativa competitiva³⁴. Debería ser prioritario la búsqueda de lugares más propicios en nuestras costas y, en todo caso, resulta especialmente indicado en las Islas Canarias donde la generación eléctrica tiene un coste mucho más elevado que en la península, sobrecoste que pagamos todos los españoles en la factura eléctrica. Es producida en un 89,2% (datos de 2018) con fuentes no renovables, básicamente fuel y gasoil, que son altamente contaminantes y de total importación. El desarrollo adecuadamente estimulado de la eólica *offshore*, aún con base flotante, sería coherente con el actual modelo impulsado por los gobiernos nacional y regional de ampliación de la energía renovable en las Islas Canarias, sobre todo la eólica en tierra firme, apoyada con energía hidroeléctrica reversible actualmente en construcción en Gran Canaria.

- La otra estrategia complementaria para ampliar la capacidad eólica instalada en la cantidad prevista por el PNIEC para el horizonte 2030, consiste en un plan ambicioso de **repotenciación de la**

34. Véase, Juan Virgilio Márquez: *Evolución y Perspectivas de la Eólica Offshore en España*. Cuadernos de Energía. Nº 56, octubre 2018.

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

eólica existente. El 80% del parque eólico actual (23.130 MW) tiene ya más de 10 años de antigüedad. Los desarrollos tecnológicos registrados en este período hacen rentable la repotenciación de ese parque más antiguo y también se ve propiciada por la no exigencia en general de nuevas inversiones en infraestructuras de transporte y distribución.

Para ambas estrategias —*offshore* sobre bases flotantes y repotenciación de la eólica más antigua— es necesario aplicar planes de acción que debieran ser analizados y coordinados con las organizaciones sectoriales especializadas, como la Asociación Empresarial Eólica (AEE), entre otras.

Se observa una mayor apuesta por la energía **SOLAR FOTOVOLTAICA** en el documento de la Comisión de Expertos, que en el PNIEC del Gobierno, entre 3.000 y 10.000 MW aproximadamente según los escenarios. No obstante, en ambos documentos hay previsto un enorme despliegue de esta tecnología cuya capacidad instalada en 2018 era de la modesta cifra de 4.747 MW., proyectando una subida hasta los 36.882 MW que plantea el PNIEC y los 47.150 del escenario más ambicioso del Grupo de Expertos. Ese mayor énfasis en la solar fotovoltaica se basa en el modelo energético propugnado de creciente protagonismo de la energía distribuida, que es lo mismo que decir que, con la bajada de costes y los desarrollos tecnológicos registrados, los consumidores van a estar mayoritariamente propensos a producir, consumir y vender energía, todo ello soportado por las redes inteligentes y modernos sistemas de medición y comunicaciones.

En cambio, frente a lo que opina el PNIEC, entendemos que la energía **SOLAR TERMOELÉCTRICA** no tiene mayor recorrido por encerrar mucha mayor complejidad, elevados costes y ciertos riesgos, por lo que es más probable un mantenimiento de la potencia instalada actual (2.300 MW) y no la subida a 7.303 MW que propone el PNIEC.

Toda la exposición anterior se podría resumir en un **enorme aumento, sin comparación histórica, de la capacidad eléctrica instalada basada en renovables**, que, de cumplirse, favorecerá el logro por nuestro país de los ambiciosos objetivos de sostenibilidad ambiental que se plantean en el mundo y en particular en la UE. Está implícito en esos modelos energéticos que no se trata de una evolución inercial de la demanda eléctrica en la que se sustituyen tecnologías convencionales de generación, como el carbón, por las renovables, sino de una mayor electrificación de la sociedad, sea ese aumento de la demanda eléctrica en el ámbito de la edificación (calor y frío), sea en el de la automoción, entre otros.

Ese nuevo modelo de energías renovables tan dominantes hace necesario afrontar el **problema de la intermitencia** o variabilidad inevitable y no fácilmente gestionable de estas dos tecnologías, la eólica y la solar. Esto nos sitúa de lleno en el análisis de las **fuentes de respaldo** para atender con garantía la demanda de energía: la generación convencional, que nuevamente nos confronta con el problema de las emisiones GEI; el almacenamiento posible a gran escala, que hoy no tiene los desarrollos tecnológicos necesarios; la gestión de la demanda, que sí tiene expectativas con la energía descentrali-

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

zada, promoviendo instrumentos de incentivos; y, por último, unas redes e interconexiones que faciliten ese respaldo con un mercado único europeo de la energía y con él un futuro plenamente renovable con seguridad de suministro a largo plazo.

Además, junto al problema técnico de la necesidad de gestión de la intermitencia de la generación de origen solar y eólica, surge la necesidad de revisar el funcionamiento de los mercados marginalistas de energía para afrontar la gestión de importantes cantidades de energía con un coste marginal cero y mayor volatilidad.³⁵

IMPORTANTES AVANCES PRETENDIDOS EN AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

La Unión Europea tiene fijado un objetivo de mejora de la eficiencia energética para el conjunto de la UE del 20% para 2020 y del 32,5% en 2030 sobre el escenario tendencial PRIMES³⁶. Esa última cifra ha sido el resultado final de un proceso, que es habitual en el funcionamiento de la UE, en el que la Comisión había fijado el 30%, el Parlamento la revisó al alza hasta el 35% y finalmente en un acuerdo con el Consejo (trílogo) se fijó la cifra intermedia mencionada. Con esa referencia, los estados miembros deben fijar su objetivo en sus planes nacionales, para lo cual se les permite utilizar uno de los criterios siguientes: el consumo de energía primaria o final, el ahorro de energía primaria o final, o la intensidad energética, que relaciona el consumo de energía con el PIB.

España, según recoge el PNIEC, ha optado por utilizar el término de consumo de energía primaria y elevar la cifra de eficiencia hasta el 39,6% en el 2030. Eso significa, de hecho, que desde 2017 habrá un descenso en promedio anual del consumo de energía primaria del 1,9% y que, con un aumento medio estimado del PIB del 1,7% anual, nos augura una mejora o descenso de la intensidad energética primaria del 3,6% anual hasta 2030.

35. La importante problemática que plantea el funcionamiento eficiente de los mercados eléctricos en el contexto previsible de creciente implantación de energía de fuentes renovables exigirá un tratamiento más amplio. Nos remitimos al tratamiento de diversos expertos; cabe resaltar al respecto diversas intervenciones de la Presidenta del Mercado Ibérico de la Electricidad (OMIE), Carmen Becerril. En particular, véase la amplia entrevista en el *Periódico de la Energía*, el 19/01/2019

36. El modelo PRIMES se estableció por la Comisión en 2007 para fijar el objetivo orientativo de consumo de energía primaria de la UE en 2030, el cual sirve de referencia para aplicar lo estipulado por la Directiva (COM2012/27/UE) de Eficiencia Energética y revisión posterior.

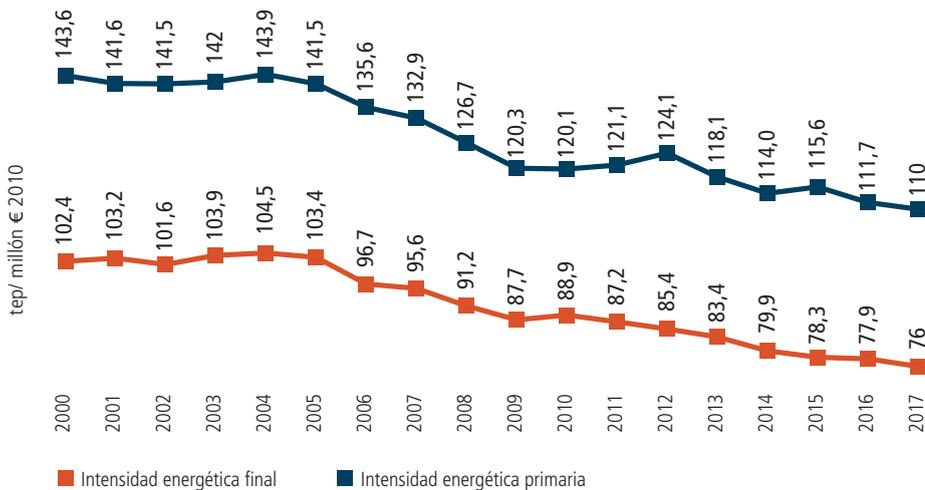
CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

El artículo 7 de la Directiva de Eficiencia Energética nos habla de la necesidad de acreditar la consecución de los objetivos de ahorro acumulado en dos períodos. El primero abarca desde 1/1/2014 hasta el 31/12/2020 en el que el PNIEC estima un ahorro de energía primaria de 16 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo) o de 0,571 Mtep/año. El segundo período, de 1/1/2021 al 31/12/2030, fija el objetivo acumulado de ahorro de energía primaria en 36,8 Mtep o de 0,669 Mtep/año.

Quizá a más de uno le pueda parecer que son unos objetivos ilusorios los que se están planteando en materia de eficiencia, pero hay dos motivos poderosos para tratar de ser ambicioso, tanto a nivel comunitario como en el caso de España. En primer lugar, están en juego la seguridad de suministro con menor dependencia exterior y es factible un menor consumo de energía sin perder bienestar, o incluso ganándolo, con un adecuado plan de acción, al que le prestaremos atención en el capítulo siguiente, especialmente en los sectores de transporte, el inmobiliario y el industrial, complementado con medidas de carácter transversal.

La segunda razón para asumir como realizable el objetivo de ganancia en eficiencia energética planteado se halla en la propia experiencia vivida en nuestro país a partir de 2005 en esta materia, habiéndose producido un descenso de la intensidad energética del 27,3% hasta 2017 en términos de energía final y del 23,6% en intensidad energética primaria, como se pone de manifiesto en el gráfico III.4.

GRÁFICO III.4: EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA Y FINAL EN ESPAÑA



Fuente: Foro Nuclear con información de la Subdirección Gral. de Planificación Energética. SEE (MINETAD) y estimación para 2016 y 2017 con datos suministrados por la subdirección de EERR y Estudios. [Para el año 2018 110,8 y 79,0]

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

Ciertamente, ya desde comienzos de este siglo hay una importante iniciativa comunitaria sobre el tema, con la publicación del **Plan de Acción para la mejora de la Eficiencia Energética** (COM/2000/247) que establece el objetivo orientativo de reducción de la intensidad energética global del 1% anual hasta el 2010.

España participa activamente en aquella preocupación por ganar en eficiencia energética durante esos primeros años de siglo y, en ese sentido, el gobierno aprobó en 2003 una **Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4)** 2004-2012. Allí se pone de manifiesto la necesidad de abrir una nueva etapa proponiendo una serie de medidas e instrumentos de eficiencia energética y prevé un descenso de la intensidad energética frente a la experiencia opuesta que se había vivido desde 1988, cuando había venido aumentando de forma casi sistemática el consumo energético por encima del crecimiento del PIB. La E4 centra la explicación de aquel aumento de la intensidad energética de los años 90 en razones de carácter socioeconómico: mejoras alcanzadas en el equipamiento electrodoméstico y confort térmico de las viviendas, incremento del parque automovilístico y mayores índices de movilidad con la mejora de las infraestructuras de transporte, el crecimiento urbanístico que indujo un crecimiento del consumo energético doméstico y también los precios de la energía contenidos que no impiden pero sí añaden cierta complejidad a la adopción de medidas de mejora de la eficiencia energética. Era un estadio del desarrollo (1988-2005) que con la tecnología imperante hacía inevitable el aumento de la intensidad energética. En la E4 se pone de manifiesto la necesidad de abrir una nueva etapa proponiendo una serie de medidas e instrumentos de eficiencia energética y preveía un descenso de la intensidad energética del 8% entre el 2000 y el 2012. La realidad superó ampliamente las previsiones con un descenso del 13,6% en ese período.

España ha venido cumpliendo lo que estipula el artículo 20 de la Directiva 2012/27/UE, publicando cada tres años un **Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética**, siendo el último vigente el de 2017-2020. Desde el punto de vista operativo se crea³⁷ el Fondo Nacional de Eficiencia Energética que se financia por las empresas comercializadoras de electricidad y gas y por los operadores de productos petrolíferos y gases licuados de petróleo. Un Comité de Seguimiento y Control autoriza la asignación de esos fondos en forma de ayudas, relacionadas con la eficiencia energética, al sector industrial, a los municipios, a las empresas de transporte, plantas desaladoras, sistemas ferroviarios, rehabilitación de edificios, establecimientos de hostelería y pequeño comercio.

En definitiva, de lo que se trata, tanto a nivel comunitario como en nuestro país, es de alcanzar un nivel socialmente óptimo de eficiencia energética. Para conocerlo es preciso disponer de una serie de señales económicas y medioambientales de la producción y uso de la energía, que son las que han permitido fijar unos objetivos a los que hemos hecho referencia y la aplicación de una serie de medi-

37. Real Decreto-Ley 8/2014 de 4 de julio de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia. Convalidado por Ley 18/2014, de 15 de octubre, art.73.3

das coherentes con los mismos. Tales medidas, que se exponen en el próximo capítulo, se centran sobre todo en los tres grandes sectores de referencia que son el transporte, la edificación y la industria, así como en otras medidas de carácter transversal, prestando especial atención a la fiscalidad de la energía en sus diversas manifestaciones y su coherencia con los objetivos de descarbonización planteados.

REDES E INTERCONEXIONES: LA 4ª COLUMNA DE LA CONSTRUCCIÓN EUROPEA EN ENERGÍA Y CLIMA

A. LAS REDES POSIBILITAN LA PENETRACIÓN DE LAS RENOVABLES Y EL PROTAGONISMO DE LOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA

El nuevo modelo energético, consistente en la transición energética descrita en este trabajo para un desarrollo económico sostenible, necesita de unas adecuadas redes de transporte y distribución porque juegan un papel central imprescindible para hacer viable el modelo. Todas las redes de productos energéticos –hidrocarburos, gas y electricidad– tienen en nuestro país una historia de excelencia y esto es de resaltar en cualquier análisis comparado internacional. Pero en la actualidad el nuevo modelo energético que se está diseñando en el planeta, aunque con muchas dudas en función de lo costes relativos y los desarrollos tecnológicos, camina hacia la satisfacción, como siempre, de las necesidades reales de las sociedades, pero de manera compatible con las exigencias de sostenibilidad ambiental. Es decir, la eficiencia energética incluye de manera explícita y prioritaria, y esto es nuevo, su contribución a la reducción sustancial de las emisiones GEI en todo el proceso de producción y consumo de energía. Es esta exigencia la que concede un papel dominante a las energías renovables, que a su vez plantean nuevos retos de programación y de inversiones para las redes eléctricas³⁸ internas y para las interconexiones internacionales.³⁹

Las redes eléctricas han sido, de hecho, las que han posibilitado y facilitado la importante transformación que ha tenido el *mix* de generación en nuestro país con la introducción de más de 30.000 MW

38. Unas de esas redes se denominan de *transporte* y son las responsables de la transmisión de energía eléctrica de alta tensión (en la península las de 220 y 400 kV), desde la fuente de generación hasta conectar con las redes de *distribución* de menor tensión, que son las que transmiten la energía hasta los puntos de consumo.

39. Red Eléctrica de España (REE) es la empresa responsable de la red de alta tensión y de las interconexiones internacionales y entre islas

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

de potencia eólica y solar instalada desde los últimos años del pasado siglo. La tradicional función de las redes eléctricas de llevar la energía desde los grandes grupos de generación térmica e hidráulica a centros de consumo alejados adquiere ahora nueva función y especial protagonismo con la creciente penetración de esta nueva energía renovable que está mucho más distribuida y, además, es intermitente o variable. En cuanto a esto último, una red robusta y bien diseñada facilita la utilización de potencia térmica de respaldo, que será de manera preponderante, como ya hemos dicho en otras partes de este trabajo, las centrales de ciclo combinado de gas, o energía procedente de interconexiones o, a la inversa, la salida de energía cuando haya excedentes de renovables.

Es decir, los operadores de redes, y de manera fundamental el Operador del Sistema integrado en REE, son los que dan seguridad de suministro y ofrecen la capacidad de diversificar el origen de electricidad que se consume. Debe recordarse que en el ámbito eléctrico, a diferencia de lo que sucede con el gas y los hidrocarburos, no hay apenas capacidad de almacenamiento (salvo el bombeo hidroeléctrico). Por ello, aquella seguridad de suministro adquiere especial relevancia y preocupación, dado que tiene que haber en todo momento una producción ajustada a la energía demandada, solventando el gestor del sistema el problema añadido que surge con la intermitencia de las renovables y unas interconexiones internacionales mínimas. Este reto es el que ha venido superando con toda solvencia el Centro de Control de Renovables (CECRE) del gestor del sistema de Red Eléctrica de España con la introducción progresiva de energía procedente de fuentes renovables intermitentes.

Por otro lado, en aquellos escenarios futuros, pero cercanos, con una significativa implantación de generación distribuida y del autoconsumo y con una ausencia de suficiente capacidad de almacenamiento, las redes jugarán un papel fundamental debido a que su utilidad no se limita al transporte y distribución de electricidad sino que proporcionan servicios como fiabilidad, calidad de onda, capacidad ante sobrecargas y control de nivel de tensión y frecuencia, cuya ausencia conllevaría costes extra muy superiores a los que supone estar conectados a la red con esas garantías.

El despliegue de redes y contadores inteligentes durante los últimos años necesitará seguir extendiéndose para que se posibilite el papel, sin duda todavía incipiente, pero de creciente relevancia, de puntos de recarga de vehículos automóviles, se facilite una gestión activa del consumo y sea posible el papel de los agregadores de demanda. Esto significa que las redes tienen que poder llevar los excedentes que pueda haber de energías renovables en muchas zonas de consumidores-productores hacia otras deficitarias en ese momento y a la inversa. Lo anterior conlleva nuevas inversiones en redes de transporte y distribución, que tienen que adquirir el mallado adecuado a los nuevos centros de generación distribuida y ser bidireccionales, a diferencia del pasado, así como la instalación de nuevos equipos y contadores.

En definitiva, los gestores de redes deben ser los protagonistas de la expansión del nuevo modelo energético más limpio, más eficiente y más democrático. Pero el modelo no será plenamente eficiente

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

si no hay suficientes interconexiones, es decir, si no se construye la verdadera Unión Europea de la energía.

B. EL PAPEL DE LAS INTERCONEXIONES ES VITAL PARA LA SEGURIDAD Y PRECIOS COMPETITIVOS DE LA ENERGÍA

Nos dice la Comisión Europea⁴⁰ que una red europea de la energía convenientemente interconectada acerca a los ciudadanos europeos los efectos beneficiosos del mercado, ya que los consumidores podrán ahorrar anualmente entre 12.000 y 40.000 millones de euros de aquí a 2030. El respaldo del Consejo Europeo no ha podido ser más explícito y desde hace tiempo. En efecto, en Barcelona en 2002 asumió el objetivo de un nivel de interconexiones de al menos el 10% de la capacidad instalada para el año 2020. Dados los escasos avances en este sentido en varios países europeos, y en España ninguno, el Consejo volvió sobre el tema en 2014 reafirmando el objetivo mínimo del 10% con carácter de urgencia e instó a la rápida ejecución de las medidas encaminadas a su cumplimiento. Además, siguiendo las recomendaciones de la Comisión Europea, el Consejo fijó un nuevo objetivo del 15% en el horizonte 2030.

Ya en un plano más específico para la península ibérica, se han celebrado dos *mini cumbres*, la de Madrid en 2015 y la de Lisboa en 2018, de los gobiernos francés, portugués y español y los máximos representantes de la Comisión Europea y del Banco Europeo de Inversiones. Esos líderes identifican un conjunto de interconexiones que las consideran un ejemplo de valor añadido para Europa, alineado con las nuevas prioridades de seguridad y defensa y con el objeto central de promover una mejor convergencia entre los Estados Europeos. Citan expresamente el progreso que está habiendo en el nuevo interconector submarino que parte de Gatika en el País Vasco y dan su apoyo a los otros dos programados, el de Cantegrit-Navarra y el de Marsillón-Aragón. Con el de Bilbao se llegará según previsiones en 2023 a los 5.000 MW de capacidad de interconexión total y podrá ascender a los 8.000 MW aproximadamente con las otras dos programadas. No hay prevista ninguna otra conexión eléctrica con Europa a través de Francia. Con Portugal hay interconexiones adecuadas para el funcionamiento del mercado ibérico de electricidad alcanzando al 10% de la capacidad instalada. El problema sigue existiendo, con todo, a nivel de península ibérica en relación con el resto de Europa.

Ciertamente, esos proyectos no consiguen lograr el objetivo de interconexión reiterado del Consejo Europeo no ya del 15% sino ni siquiera el 10% de la capacidad instalada. Con todo, es digno de resaltar el salto histórico que se va a dar desde 2015. Hasta entonces y durante más de 30 años no había habido movimiento alguno en una capacidad instalada existente inferior al 2%. La interconexión Santa Llogaia-Baixas, inaugurada en 2015, supuso casi duplicar la capacidad interconectada. De

40. COM (2015) 82 final: alcanzar el objetivo de interconexión de electricidad del 10%.

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

esta forma, las interconexiones existentes y las que están planteadas, de llevarse a cabo, en el horizonte de 2030, van a generar unas consecuencias muy favorables, no solo para España y Portugal sino para toda la UE, porque se habrá contribuido eficazmente a hacer realidad una mayor Unión de la Energía. En efecto, como afirma el informe de la Comisión de Expertos de Transición energética⁴¹, el aumento de las interconexiones va a jugar un papel relevante para:

- el objetivo europeo de un modelo energético descarbonizado, con fuerte aumento de energía renovable;
- reducir el volumen de vertidos de la producción renovable no gestionable;
- reducir la necesidad de respaldo a las renovables con centrales térmicas; y
- posibilitar el aumento de la competencia de los mercados eléctricos y con ello unos precios más competitivos para el consumidor final.

En relación con lo anterior, cabe afirmar que la existencia de una elevada capacidad de energías renovables de diferentes tipos a lo largo de toda Europa permite suponer un cierto grado de complementariedad en cuanto a la disponibilidad del recurso renovable geográficamente. De esta forma, con una suficiente capacidad de interconexión entre países, la ausencia de viento en regiones del norte de Europa podría ser compensada con excedentes de energía fotovoltaica del sur y viceversa, reduciéndose así la necesidad del uso de fuentes térmicas de respaldo contaminantes, permitiendo un alto porcentaje de penetración de generación renovable en la producción de electricidad.

En realidad, conectados adecuadamente la hidráulica y eólica de los países nórdicos y del mar del Norte con la eólica e hidráulica de la península ibérica y, sobre todo, con la fotovoltaica del sur de Europa y Norte de África, algo que es posible y está planteado, sería factible a muy largo plazo una producción eléctrica 100% renovable con seguridad de suministro en el conjunto de Europa.

En cuanto al tema de los precios de la energía y la competitividad de las empresas, hay que hacer mención a la reducción de la diferencia media de precios entre Francia y España a raíz de la puesta en servicio de la mencionada interconexión Santa Llogaia-Baixas como resultado de un mayor acoplamiento (menor congestión de redes) de los mercados, pasando del 12,9% anterior a la puesta en servicio de ese interconector al 25% durante el año posterior.

C. LAS ISLAS Y CEUTA TAMBIÉN SE SUMAN AL NUEVO MODELO ENERGÉTICO

La aplicación del nuevo modelo energético para un desarrollo sostenible en las islas exige una reflexión adicional. Son sistemas fragmentados, de pequeño tamaño que hace que sean menos estables y seguros y, además, tradicionalmente con fuentes de generación térmica contaminante. En el caso de

41. Comisión de Expertos de Transición Energética: *Análisis y Propuestas para la Descarbonización*. Pág. 462

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

las **ISLAS BALEARES**, la interconexión eléctrica con la península le permite participar al menos en un 20% del *mix* de generación de ésta, y está prevista una segunda interconexión que podría incorporar hasta la mitad del consumo el modelo renovable peninsular. Los desarrollos de energía renovable internos junto con la ya definitiva interconexión existente entre todas las islas permitirán reducir la generación térmica contaminante a la mínima expresión en el horizonte 2030.

Está prevista una conexión eléctrica submarina con **CEUTA** donde por primera vez se podrá disponer de energía eléctrica con todas las garantías de seguridad y ambientales de la península, dado que hasta ahora solo se obtiene la energía con productos fósiles.

En cuanto a las **ISLAS CANARIAS** no puede haber, con la tecnología actual, conexiones con la península, por lo que hay que buscar otras vías para aplicar el objetivo de que las energías renovables vayan sustituyendo progresivamente a las tecnologías actuales, basadas en combustibles fósiles más caros, contaminantes y de necesaria importación. Para lograr este nuevo modelo energético, Red Eléctrica está llevando a cabo un plan de inversiones, planteado por el gobierno central en coordinación con el autonómico, que supera los 1.000 millones de euros que garantice un suministro eléctrico seguro, eficiente y sostenible. Este plan está basado sobre todo en tres frentes:

- inversiones en redes y subestaciones para la evacuación de las nuevas energías renovables, básicamente eólicas;
- interconexiones entre islas, siendo la más relevante el interconector entre Fuerteventura y Gran Canaria, que permitan el apoyo mutuo entre sistemas, mejorando el mallado de la red para disponer de vías alternativas de suministro en caso de incidentes;
- y, por último, pero quizá la inversión más relevante, se halla la introducción de sistemas de almacenamiento de energía con centrales hidroeléctricas reversibles (bombeo hidroeléctrico), como la que se encuentra en construcción en Gran Canaria (Central de Soria-Chira) y se plantea otra en Tenerife, cuya finalidad principal es la garantía de suministro, la seguridad del sistema y la integración de energía renovable no gestionable como es la eólica que está instalándose en la actualidad. Estas inversiones permitirán que la energía renovable en Canarias pueda alcanzar el 20% del total.

D. GRAN VOLUMEN DE INVERSIONES EN REDES EXIGIDAS AL SECTOR PRIVADO Y LA IMPORTANCIA DE UNA RETRIBUCIÓN RAZONABLE

Según un excelente estudio de Deloitte⁴², para que las redes eléctricas de transporte y distribución puedan cumplir su función con eficiencia y, en particular, para impulsar la transición energética plan-

42. Monitor Deloitte: *Hacia la descarbonización de la economía: la contribución de las redes a la transición energética*. Febrero, 2018

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

teada, serán necesarias unas inversiones, por parte de los operadores de redes, hasta 2030 de entre 29.000 y 34.000 millones de euros y otros 9.000-12.000 millones por otros agentes, básicamente el coste de las conexiones a redes por los nuevos generadores de fuentes renovables, o por los agentes eléctricos en otros conceptos no incluidos en las redes, como los postes de carga de vehículos eléctricos o en puertos.

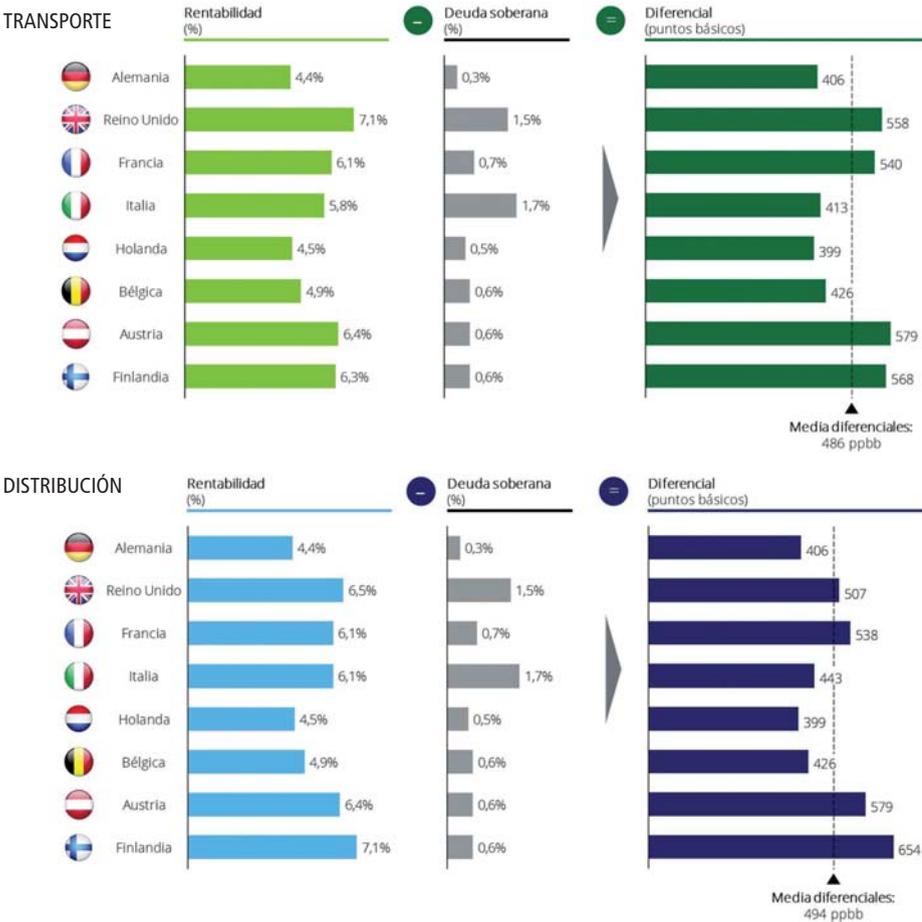
Cabe formular dos cuestiones sobre este **volumen de inversión privada** en redes: qué nos induce a pensar que es un volumen adecuado y cual es la retribución razonable que incentive esas iniciativas empresariales y, al mismo tiempo, favorezca a todos los consumidores en el precio de la energía. A la cuestión de la razonabilidad de ese volumen de inversión cabe responder que no se desvía de la senda histórica mantenida, 2.200 millones de euros por año desde 2005 a 2016 y, además, se mantiene dentro de los límites establecidos por la regulación, dejando un margen del entorno del 25% hasta el límite legal para el período 2017-2030. Es, por otra parte, una cifra similar a la de amortización lo que permite mantener el valor del activo neto en el entorno de los 37.000 millones de euros consistente básicamente en los 810.000 kms de redes de los que 43.000 son de alta tensión.

La otra cuestión importante, a la que le presta especial atención Deloitte, es la de la **rentabilidad razonable** de estas inversiones. La legislación vigente tiene establecido que la retribución de estas inversiones debe ser la suma del tipo de interés de las obligaciones del Estado a 10 años más un diferencial que debe fijarse en función de tres criterios: el coste de financiación de los operadores de redes comparables eficientes y bien gestionadas de nuestro entorno, la retribución para una actividad de bajo riesgo y, por último, las necesidades de inversión del siguiente período regulatorio, que ahora es para el período 2020-2025.

En el ejercicio 2019 el Ministerio de Transición Ecológica debe definir esa tasa, previo informe de la CNMC que ya ha propuesto una tasa del 5,5%. El informe de Deloitte, aplicando el primer criterio mencionado, observa el diferencial sobre deuda soberana de la tasa interna de retorno (TIR) nominal antes de impuestos en países comparables, comprobando que la media de diferenciales se sitúa, como puede observarse en el cuadro, en 486 puntos básicos para el transporte y 494 puntos básicos para la distribución. También comprueba que los analistas estiman que el coste del capital (WACC) antes de impuestos de las compañías de redes en España está en el 7%, lo que le lleva a concluir que *“una tasa de retribución financiera del 7% es razonable porque respondería al coste de capital de los operadores de redes de España y al diferencial sobre deuda soberana de empresas eficientes de nuestro entorno”*.

Desde el punto de vista de los consumidores, esas inversiones en redes inteligentes y digitalizadas van a permitir **nuevos servicios** entre los que suelen citarse la generación distribuida, los agregadores de demanda, la monitorización del consumo, los electrodomésticos autoprogramables y los sistemas inteligentes de recarga. Todo ello junto con la creciente penetración de renovables con costes

CAPÍTULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

GRÁFICO III.5: RENTABILIDAD DE LA DEUDA SOBERANA *VERSUS* ACTIVIDAD DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Fuente: Deloitte (Hacia la descarbonización de la economía: la contribución de las redes eléctricas a la transición energética. Febrero 2018, página 56)

variables prácticamente nulos, y con la finalización del coste de la deuda tarifaria histórica acumulada y de las primas a las renovables, lleva a concluir que la tarifa eléctrica se podía ver reducida al menos en un 30% y los propios peajes de red podrían reducirse en el entorno del 10%, con el horizonte de 2030.

Adquiere enorme importancia y actualidad a este respecto la Orden TEC/406/2019, de 5 de abril (BOE 9 abril 2019), por la que se establecen orientaciones de política energética a la Comisión

CAPITULO III · LOS GRANDES OBJETIVOS DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LA UE Y ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030 Y 2050

Nacional de los Mercados y la Competencia. El Gobierno, con esta Orden, establece una serie de **orientaciones de política energética**, que es de su competencia, para enmarcar algunas de las circulares que la CNMC pone en tramitación entre mayo y octubre de 2019. El punto sexto de la mencionada Orden da las orientaciones referidas a la metodología de retribución del transporte de electricidad. En ellas se resalta que la metodología de la CNMC *“debería retribuir de manera adecuada las nuevas necesidades de inversiones que se derivarán de la Planificación 2021-2026, tanto en cuanto al volumen como en cuanto a su naturaleza (activos para la gestión inteligente de la red basados en tecnologías de la información y las comunicaciones, con menores períodos de retorno y mayor incertidumbre), repartiendo adecuadamente los riesgos entre el titular de la red, los usuarios y los consumidores, al objeto de garantizar el suministro al mínimo coste”*.

Creemos que este texto es coherente con el espíritu de lo expuesto a lo largo de este apartado del trabajo. Es también digno de resaltar, aunque no se había hecho comentario aquí al respecto, la orientación relativa a que se *“debería incentivar la extensión del funcionamiento de aquellas instalaciones que hayan superado su vida útil retributiva, al objeto de contribuir a una gestión óptima de los recursos nacionales y bajo el principio de optimizar el retorno para los consumidores y mantener los activos ya construidos y amortizados en condiciones adecuadas de operación, evitándose su sustitución con un coste de reposición más elevado”*. Es también una orientación muy oportuna y correcta porque se acerca el período en el que concluye la vida útil retributiva de una proporción relevante, no menos del 30%, de los activos de red de REE, y se enfrenta la empresa a unos enormes desafíos inversores muy estratégicos relacionados con las exigencias del Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030.

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE



economistas
Consejo General

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

El éxito de una política energética coherente con el desarrollo económico sostenible se fundamenta, sobre todo, como hemos mencionado reiteradamente en este trabajo, en el papel dominante que están llamadas a ejercer las energías renovables en la generación eléctrica y, por otra parte, en la electrificación creciente de una parte relevante de la demanda de energía, todo ello buscando el máximo de eficiencia energética. El grueso de las medidas que se propongan deben ir dirigidas a este fin.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, PNIEC (2021-2030), elaborado por el gobierno, cumpliendo con el mandato comunitario, y hecho público en 2019, clasifica por un lado los objetivos y por otro las políticas y medidas en cinco grandes apartados o dimensiones –descarbonización, eficiencia energética, seguridad energética, mercado interior de la energía y, por último, investigación, innovación y competitividad–, concluyendo con un análisis de impacto de las políticas y medidas. Como no puede ser de otra forma, la exposición que sigue tiene en cuenta de manera simplificada dicho documento, al que nos remitimos, pero consideramos preferible centrarnos, con una estructura distinta, en los aspectos a nuestro juicio más relevantes con los comentarios y sugerencias que facilite el análisis y reflexión de los lectores.

MEDIDAS RELATIVAS A LA GENERACIÓN RENOVABLE Y SU INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA

El PNIEC plantea el ambicioso objetivo, que ya hemos comentado en el capítulo anterior, de alcanzar en 2030 una penetración de energía renovable del 74% de toda la potencia eléctrica instalada frente al 49% que había en 2018. A su vez, la potencia instalada sobre la que se aplican esos porcentajes sube de 105 GW antes de 2020 a 157 GW como escenario objetivo 2030. No es, por tanto, un despliegue de renovables basado en un mero reajuste entre tecnologías donde se compense la supresión del carbón y, en su caso, la reducción de la nuclear, sino una ampliación extraordinaria de la capacidad instalada renovable.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

Este objetivo se pretende alcanzar en síntesis con el siguiente **PLAN DE ACCIÓN**:

CUADRO IV.1 EL PROTAGONISMO RENOVABLE EN EL SISTEMA ELÉCTRICO, HORIZONTE 2030

<p>I. Penetración de renovables.</p> <p>Estímulos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Autoconsumo. - Agregadores de demanda. - Almacenamiento. 	<p>Mecanismo de concurrencia competitiva (subastas)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gestión por terceros, empresas especializadas. - Simplificación administrativa. - Adaptaciones en red de distribución. - Definir nuevos nudos. - Refuerzo de los existentes. - Determinar capacidad de conexión.
<p>II. Apoyos a la seguridad de suministro: Asignación mediante mecanismos competitivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mecanismos de capacidad. - Hibernación. - Interrumpibilidad. 	

En primer lugar, se desean mantener los **mecanismos de concurrencia competitiva**, que se iniciaron en 2015⁴³, estableciendo un calendario de subastas, donde se explicita la energía eléctrica a generar y el precio ofertado. Se quiere favorecer la diversidad de actores y la entrada de participación ciudadana en los distintos lugares donde se localicen las nuevas energías, fundamentalmente eólica y solar. Mayor escepticismo suscita la vaga intención de apoyar la “energía del mar” y la “eólica marina” en función de la posible capacidad de diversificación tecnológica. No tenemos apenas plataformas marinas que con la tecnología actual permitan un desarrollo rentable de la eólica *offshore*⁴⁴, con base fija y, donde la hay, como en Trafalgar, existen condicionantes estratégicos y militares.

En segundo lugar, se plantea que una parte de ese despliegue de renovables se haga acercando la generación al consumo favoreciendo el **autoconsumo**, porque hace reducir las pérdidas de energía en transporte, permite implicar a los consumidores en la gestión de la energía, reduce el impacto de

43. La base legal se encuentra en la Ley 24/2013 del sector eléctrico y el Decreto 413/2014.

44. Ello es debido, como se hizo referencia en el capítulo anterior, a la excesiva profundidad en las costas españolas para una instalación eólica sobre base fija. Hay prototipos de plataformas flotantes en Canarias donde podría ser rentable una ampliación de estímulos con petición de apoyo a Europa porque potenciaría el nuevo modelo energético sobre base renovable que se está aplicando en las Islas Canarias.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

producción renovable en el territorio y se amplían las fuentes de financiación del despliegue renovable. Para lograrlo, se pretende fijar una estrategia global de autoconsumo que permita conocer el potencial de penetración, ver qué adaptaciones de la red de distribución son necesarias y también cómo modular la estructura de tarifas. Se concede importancia a la gestión por terceros, empresas especializadas que acometen la inversión en autoconsumo y realizan el mantenimiento, vendiendo la energía producida en condiciones favorables. Es una constante la de plantear la necesidad de simplificación de trámites y que se contemple de manera favorable el autoconsumo en los instrumentos de ordenación urbana, lo que traslada responsabilidades a las Comunidades Autónomas y a las Corporaciones Locales con el marco general que fijen los departamentos estatales de Hacienda y Energía.

En tercer lugar, son sensatas las medidas para que esa **energía renovable se integre en las redes** de manera eficiente y con garantía y estabilidad de suministro. Con el tradicional y eficiente apoyo técnico de REE y de las diferentes compañías de distribución eléctrica, se tienen que definir los nuevos nudos de evacuación y refuerzo de los existentes, así como determinar la capacidad de conexión que ahora se desea establecer en función de la potencia máxima de evacuación admisible con condiciones de seguridad y no en función de la potencia pico de la instalación a conectar.

En cuarto lugar, se plantea la importancia que pueden y deben adquirir los **agregadores de demanda** en la gestión de la misma para responder con eficacia a la variabilidad que tiene la generación renovable. La nueva definición del autoconsumo⁴⁵ incluye la posibilidad de varios consumidores provenientes de instalaciones de generación próximas a las de consumo y asociadas a los mismos. Estas iniciativas pueden favorecer la creación de agregadores de demanda con capacidad técnica y de volumen para intervenir en la gestión de la demanda global del sistema dándole mayor estabilidad. También se mantiene que el sector industrial puede jugar un papel relevante en la gestión de demanda, sin que se desarrollen medidas al respecto.

Por último, el PNIIEC resalta el papel que, junto a la gestión de la demanda, tiene el sistema de **almacenamiento** para una integración segura y estable de las renovables a la red. En este sentido, pone de manifiesto la necesidad de reformular la capacidad de bombeo hidráulico con esta finalidad fijando el objetivo de aumentar la potencia de bombeo en 3,5 GW. Queda la duda de si este aumento del bombeo hidráulico directamente vinculado a la estabilidad del sistema y la seguridad de suministro debiera ser un instrumento a disposición del gestor del sistema, igual que ya se está haciendo en Gran Canaria con la nueva central reversible que está construyendo Red Eléctrica. Dado el conveniente pero muy ambicioso objetivo de penetración de renovables no gestionables y dado que se desea que los respaldos para la garantía de suministro sean coherentes también con los objetivos de des-

45. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

carbonización, adquiere cierta relevancia el bombeo hidroeléctrico como complemento de las interconexiones y las baterías. Por ello, debe considerarse la posibilidad de que estas inversiones formasen parte de la planificación de inversiones reguladas y retribuidas como tales para su utilización exclusiva al servicio del operador del sistema.

En definitiva, existe un desafío cada vez mayor para afrontar la seguridad de suministro eléctrico y, por tanto, para quien tiene que administrarla que es el Operador del Sistema, con el protagonismo creciente de las energías renovables. Estas tienen muchas virtudes, en especial las relacionadas con la sostenibilidad ambiental, pero entre ellas no está la de la inercia ni la de la fiabilidad. Hay sol y viento cuando quiere la naturaleza. Para la plena integración en el sistema de toda la energía renovable, cuando se produzca, son necesarios mecanismos que permitan mantener con el menor coste posible el nivel de seguridad requerido. Especialmente importante y necesario es establecer esos mecanismos que proporcionen garantía de suministro de este bien tan esencial, cuando se dispone solo en muy escasa medida de los dos instrumentos de los que disponen la mayoría de bienes y servicios ofertados: el almacenamiento y un mercado amplio. En cuanto al **almacenamiento** faltan desarrollos tecnológicos y solamente se dispone, como acabamos de mencionar, de una modesta capacidad de bombeo con centrales eléctricas reversibles que puedan cumplir esa función de apoyo a la variabilidad de las renovables. Lo mismo sucede, como también hemos visto, con la muy escasa interconexión internacional que sería el mejor apoyo proporcionado por una auténtica Unión Europea de la Energía.

Aparte lo que puedan aportar como apoyo al equilibrio del sistema los nuevos actores de energías renovables distribuidas (consumidores/generadores y agregadores de demanda), son necesarios, por tanto, **mecanismos de capacidad** para proporcionar seguridad al sistema en todo momento. Hay que mantener operativas las instalaciones de generación necesarias para cubrir, por un lado, las puntas de demanda que se producen cada día y de manera acentuada en determinadas fechas de mucho frío o calor. Y, por otro, dar respaldo a aquellas situaciones, especialmente las de carácter anticiclónico, en las que hay una baja producción renovable. Mediante un mecanismo de subasta competitiva se dispone de una serie de operadores del servicio de capacidad que tienen que ofrecer una reserva de potencia efectiva real tanto para subir como para bajar en los mercados de regulación y balance del sistema⁴⁶. Por coherencia con los objetivos de desarrollo sostenible que se persiguen, parece lógico que se debiera limitar la participación en esas subastas a instalaciones con tasas de emisiones de CO₂ que no superen un determinado umbral.

Es necesario hacer referencia, por último, a los supuestos en que sea necesaria una **hibernación** de algunas instalaciones de reserva. Puede suceder que, durante un período de crecimiento lento de la demanda, algunas instalaciones hayan estado sin lograr asignación de capacidad. Se trata de inver-

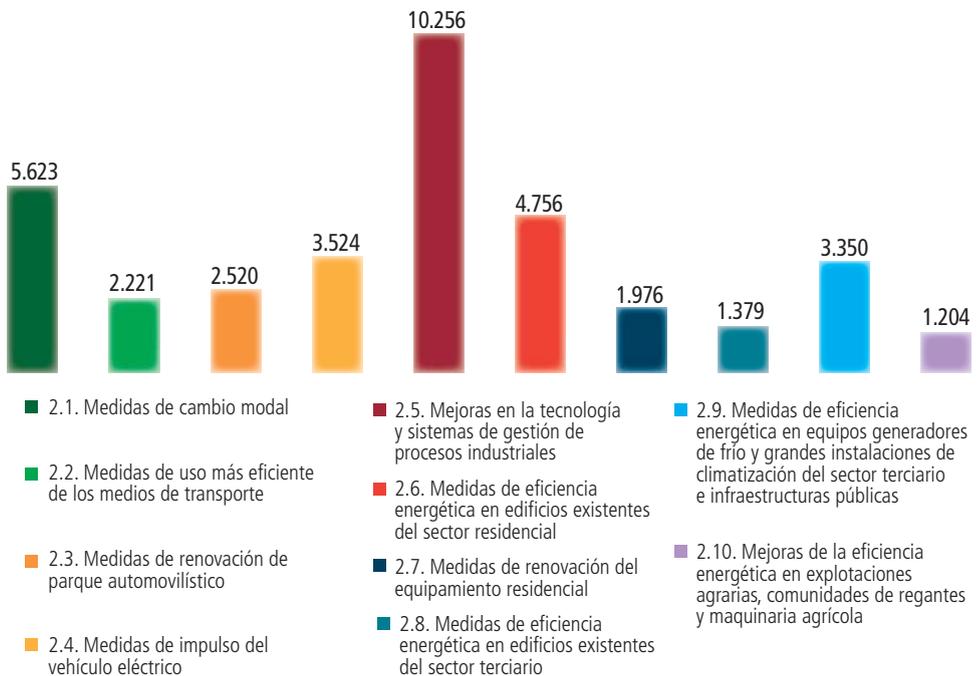
46. Para un examen más detallado y profundo de los principios y características que debe revestir este mecanismo de capacidad basado en un sistema competitivo de subastas de capacidad, véase el Documento de la Comisión de Expertos de Transición Energética, ya reseñado en otras partes de este trabajo.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

siones privadas cuyos propietarios decidirían el cierre de las mismas si no se estableciese un mecanismo de hibernación retribuido porque entiende el Operador del Sistema que tales instalaciones siguen siendo necesarias para solventar situaciones extraordinarias no previstas. Aunque necesario, no es sencillo, desde luego, el tratamiento económico de la hibernación de centrales porque se desea al mismo tiempo no producir un sobrecoste sobre los consumidores y mantener operativa la capacidad de apoyo necesaria en el futuro.

Por el lado de la demanda, y siempre en relación con el objetivo de seguridad de suministro en presencia creciente de renovables, es conocido el servicio de gestión de demanda mediante un mecanismo de **interrumpibilidad**. Este servicio es prestado por un conjunto de empresas, grandes consumidores de energía, que están dispuestas a asumir el riesgo de tener que disminuir su potencia eléctrica consumida en ciertos momentos por decisión del Operador del Sistema. Ese riesgo tiene una compensación en términos de menor coste de la energía en su proceso productivo y se adquiere la condición de interrumpible mediante un proceso de subastas competitivas. En nuestra opinión, este servicio debe mantenerse porque es muy conveniente para enriquecer el sistema de mecanismos para la

GRÁFICO IV.2: AHORRO DE ENERGÍA FINAL ACUMULADA POR MEDIDAS EN ESPAÑA 2021-2030 (KTEP)



Fuente: Borrador PNI. Ministerio para la Transición Ecológica, 2019

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

seguridad de suministro eléctrico, siempre que se mantengan los procedimientos de asignación competitiva y mientras no se disponga de mayores interconexiones internacionales hasta alcanzar un nivel en línea con lo propuesto por el Consejo Europeo en varias ocasiones, porque es el Mercado Interior de la Energía, propiciado por esas interconexiones, el que de verdad va a proporcionar seguridad de suministro y, al mismo tiempo, permitir una convergencia de precios de la electricidad que no reste competitividad a las empresas españolas, en especial las que son altamente consumidoras de energía eléctrica.

MEDIDAS PARA UN TRANSPORTE SOSTENIBLE

Al sector del transporte se le asigna un papel clave en los objetivos de descarbonización y de eficiencia energética, acorde con el volumen de emisiones de GEI que genera y con la elevada cantidad de consumo de combustibles fósiles.

Este sector emitió 88,8 MtCO₂ en 2017, último dato conocido, lo que representa el 26,1% del total de emisiones en dicho año. Su contribución al desarrollo sostenible se cuantifica en la reducción en un tercio (del orden de 30 millones de toneladas) de esas emisiones para 2030, situándose en torno a los 59 MtCO₂. Para lograrlo, el plan elaborado (PNIEC) establece cuatro líneas de actuación: impulso del coche eléctrico, provocar un cambio modal actuando sobre la movilidad urbana, promover la renovación del parque automovilístico reduciendo la actual edad media de 12 años, y, por último, inducir un uso más eficiente en las flotas de vehículos por carretera, del ferrocarril y del transporte aéreo y marítimo.

1. LA ELECTRIFICACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO

En el ya citado documento de la Comisión de Expertos de Transición Energética se abren dos escenarios de penetración del vehículo eléctrico que en 2030 ascendería, respectivamente, a un millón y a 2,4 millones. Deloitte⁴⁷ considera imprescindible, para cumplir los objetivos de descarbonización, llegar a situarnos, para el mencionado año, en la horquilla 4,4-6 millones de vehículos eléctricos, lo que exigiría alcanzar en 2030 entre el 50 y el 60% de las ventas, es decir en torno al millón de vehículos incluyendo furgonetas. En esa misma línea parece situarse el PNIEC, que considera adecuada la cifra de 5 millones.

47. Monitor Deloitte: *Un modelo de transporte descarbonizado para España en 2050. Recomendaciones para la transición*. Marzo, 2017.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

El punto de partida es, sin embargo, muy modesto. En 2018 se matricularon en total 1.321.431 vehículos de los que solo 21.181 eran o eléctricos (15.495) o híbridos (5.686), o sea, el 1,6% del total. Estos ejercicios numéricos son ilustrativos por cuanto buscan la coherencia con los ambiciosos objetivos de descarbonización, y ponen de manifiesto el carácter simbólico todavía de estas cifras de electrificación del transporte en estas etapas iniciales.

Se reconocen con carácter general las limitaciones que tienen, pues están muy condicionados sobre todo por la evolución tecnológica de las baterías, que afecta al coste y autonomía de los vehículos eléctricos. También parece haber consenso en que la evolución de esos costes y de los desarrollos tecnológicos y, por consiguiente, de la demanda de estos vehículos, no va a ser lineal sino que solo cuando se alcance la paridad de prestaciones, especialmente en coste y autonomía del vehículo eléctrico con el de combustión convencional, que se piensa se producirá a mediados de la década de los veinte, será entonces cuando se espera un relanzamiento exponencial de las ventas sin necesidad apenas de incentivos. Por eso, adquieren especial relevancia el plan de acción y las medidas a introducir o mantener durante estos próximos años.

En primer lugar, es primordial prestar especial atención a la dotación de una **infraestructura de recarga** en términos de prestaciones y despliegue. Deloitte se atreve a cuantificar el número deseable por tipo de función: puntos particulares, postes en aparcamientos públicos, electrolineras (centros comerciales, gasolineras, garajes públicos, autovías...) y en instalaciones para flotas de vehículos. En total ascenderían a 90.000 en 2025 y a 145.000 en 2030. El punto de partida es casi simbólico; según Electromaps en 2018 hay 2.874 puntos de los que la mayoría son particulares, 543 en parkings, 400 en hoteles, 195 en centros comerciales y 111 en restaurantes.

El Real Decreto 1053/2014 tiene establecido que las empresas y aparcamientos públicos deben disponer de un punto de recarga por cada 40 plazas de aparcamiento. Las Administraciones Públicas juegan un papel importante en el despliegue inicial de estos puntos de recarga, bien mediante licitaciones, bien autorizando a compañías eléctricas a desplegar la infraestructura en zonas clave.

Además, debe haber incentivos económicos, con ayuda de la UE, para facilitar ese despliegue inicial y definir mecanismos para la recuperación de costes por parte de los distribuidores eléctricos. A medida que las baterías vayan ganando en autonomía (hoy la cifra de referencia es de 300 kms) resulta estratégico desarrollar puntos de recarga en la red principal de carreteras para atender a la movilidad interurbana de media y larga distancia. En este sentido, la regulación comunitaria intenta asegurar que en 2023 el 90% de las estaciones de servicio de la Red Transeuropea de Transporte cuente con puntos de recarga eléctrica rápida. Las compañías fabricantes de automóviles europeas están promoviendo acuerdos para establecer una red de carga potente y rápida para 2020 en la UE. El objetivo de la movilidad sostenible mediante una mayor electrificación del transporte tiene como principal desafío lograr unas **baterías** con una reducción sustancial de peso y coste y un aumento de la autonomía hasta prácticamente duplicar la actual para poder hablar de incentivos reales al cambio masi-

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

vo de vehículos de combustión convencional por los eléctricos, algo indispensable para una transición energética exitosa.

El desarrollo tecnológico relacionado con almacenamiento en baterías y pilas ofrece demasiada incertidumbre para aventurar el éxito de los objetivos desarrollo sostenible fijados para el horizonte 2030, por la importancia cuantitativa y estratégica que reviste el transporte para los objetivos de reducción de emisiones planteados. Entendemos que es digno de alabar y apoyar iniciativas como la de *BatteryPlat*, la nueva Plataforma Tecnológica Española de almacenamiento de energía creada en enero de 2019 para aunar esfuerzos de las empresas y entidades que desempeñan actividades diversas relacionadas con el almacenamiento energético. Los promotores de esta nueva Plataforma han sido dos: AEPIBAL, la agrupación empresarial para promover el uso de pilas y baterías y almacenamiento energético, y GIA, el grupo Interplataformas de Almacenamiento de Energía, que agrupa las tecnologías de almacenamiento energético procedente de la Plataforma Tecnológica de Redes del Futuro (FUTURED)⁴⁸.

En segundo lugar, en esta etapa en la que no hay paridad de costes, siendo inferiores en los automóviles de combustión convencional entre el 5% y el 20%, se consideran necesarios los **incentivos que compensen ese diferencial de coste existente**. Esos incentivos, a establecer en principio hasta 2025, deben consistir en ayudas económicas y fiscales. El PNIEC fija un programa de ayudas (200 millones de euros por año) hasta 2025, cifra que podría ser insuficiente en función del diferencial de coste actual y el número esperado de vehículos eléctricos matriculados anualmente.

Pero lo más relevante es que se fije un *mecanismo de seguimiento*, por ejemplo, a través del IDAE, que proponga la modulación de esas ayudas en función de los avances tecnológicos y su impacto en costes y demanda. Lo mismo cabe decir de la *reforma de la fiscalidad del automóvil*. Se propone la reforma del Impuesto Especial sobre Determinados Medios de Transporte (IEDMT) actualizando el umbral de CO₂ a partir del cual se abone el impuesto. Sería importante también adaptar la legislación para que el impuesto local de circulación (IVTM) cambie el criterio de aplicación actual en función de la potencia por otro que module la carga tributaria en función de las emisiones de CO₂⁴⁹.

48. Véase, Luis Manuel Santos Moro: *BatteryPlat, la Plataforma Tecnológica Española de Almacenamiento de Energía*. Cuadernos de Energía, nº59, junio 2019. Enerclub.

49. La Comisión de Expertos de Reforma del Sistema Tributario Español propone sustituir ambos impuestos por uno sobre el Uso de Vehículos de Tracción Mecánica (IUVTM) de carácter ambiental, cuya cuota dependería de la emisión de dióxido de carbono de cada vehículo. Su gravamen podría minorarse cuando el vehículo fuera objeto de modificaciones que redujeran las emisiones y eximirse para los vehículos de uso exclusivo de personas con discapacidad. La regulación debe ser por el Estado y la gestión por los municipios.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

Puede ser importante también para el objetivo del transporte sostenible, el desarrollo del *autobús eléctrico*, al que se le está dando fuerte impulso en países como China o Francia y se están fijando objetivos ambiciosos en muchas ciudades grandes del mundo, entre las que se encuentra Madrid.

La *renovación del parque automovilístico*, que tiene una antigüedad media de 12 años, es otro de los grandes objetivos, por lo que sería necesario incentivar el achatarramiento de los vehículos más viejos y contaminantes. En realidad, las medidas fiscales mencionadas ya inducen indirectamente a dar de baja a los automóviles más antiguos, porque, bien implantadas esas medidas fiscales, están obligando a los propietarios de esos vehículos a internalizar y asumir el mayor coste ambiental que están causando a la sociedad. Pero quizá las medidas más importantes que se están introduciendo en todo el mundo consisten en las *limitaciones, cada vez más severas, a la circulación por el centro de las ciudades de los vehículos de combustión convencional* más contaminantes, y en la gestión diferenciada de aparcamientos. También se plantean planes de movilidad en las ciudades que favorezcan el uso del vehículo compartido y el transporte público. Todo ello conduce a la propuesta de implantación y desarrollo de Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) y Planes del Transporte al Trabajo (PTT).

Debemos mencionar, por último, dos temas de enorme relevancia para el éxito final de la generalización del automóvil eléctrico.

- En primer lugar, resulta esencial avanzar con urgencia en la *planificación vinculante y retribuida de nuevas redes, de distribución y ocasionalmente también de transporte*, sobre todo en núcleos urbanos, para atender eficientemente a la nueva demanda eléctrica en los puntos de recarga en la vía pública, en garajes de viviendas, empresas, centros comerciales e instituciones, gasolineras, etc. La modulación en el tiempo de la realización de esta inversión vendrá determinada por la evolución de la demanda de este servicio y también es importante tener en cuenta el tipo de carga (normal, rápida o ultrarrápida) que condiciona el tipo de inversión en redes.
- En segundo lugar, resulta vital la introducción de medidas convincentes de estímulo de uso de los puntos de recarga en los tiempos del día que convenga para *alisar la curva general de demanda* con unos picos en la actualidad que la convierten en muy ineficiente y cara. Las redes inteligentes y el internet de las cosas facilitan las decisiones de conexión a red de un automóvil en los períodos más rentables. Con medidas eficaces de este tenor, no solo se beneficia quien las aplica, porque paga un precio menor en horas valle, sino que se está contribuyendo a hacer más eficiente y económico todo el sistema con el aplanamiento de la curva de demanda, exigiendo menos apoyos ocasionales muy caros.

2. LA ELECTRIFICACIÓN DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

El transporte de mercancías se realiza en España en un 94% por carretera, nada que ver con lo que sucede en la mayor parte de los países europeos, algunos porque tienen también transporte fluvial y

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

otros muchos porque transportan por ferrocarril un porcentaje claramente superior al de España que es de solo un 5,9%, como puede verse en el cuadro IV.3.

CUADRO IV.3: CUOTA MODAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL

	UE-28	ESPAÑA	FRANCIA	ITALIA	PORTUGAL
2010	17,4	4,6	9,5	9,2	10,9
2011	18,6	5,0	10,8	11,2	10,9
2012	18,5	5,3	10,8	12,7	12,8
2013	18,2	5,3	10,6	11,8	12,7
2014	18,4	5,9	10,8	13,2	12,8
2015	18,3	5,9	11,7	13,4	14,1

Fuente: Eurostat

Hay fundamento para afirmar que el transporte de mercancías por carretera en España ha venido funcionando de manera excelente contribuyendo al desarrollo económico. Es digno de resaltar el extraordinario trabajo de los distintos gobiernos para conformar una de las mejores redes de carreteras del mundo durante las últimas décadas. Ello ha sido posible por la extraordinaria capacidad de elaborar y presentar proyectos acreedores de cofinanciación comunitaria, recursos de la UE que han sido ejemplarmente empleados como se ha reconocido. De esta forma, la flota de camiones, mayormente constituida por pequeños empresarios autónomos, ha podido ejercer con eficacia su función clave en el desarrollo económico. También debe resaltarse el esfuerzo realizado en el desarrollo de la infraestructura del transporte de viajeros por ferrocarril de alta velocidad. Pero el transporte de mercancías en España, aun siendo eficaz en el cumplimiento de su objetivo económico, dista de ser eficiente desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental, criterio que nadie duda en darle gran relevancia como estamos viendo a lo largo de este trabajo. El transporte por carretera fue responsable de la emisión de 78,1 MtCO₂ en 2017, de los que dos tercios se deben a los automóviles y un 30% a los camiones de todo tipo, incluyendo autobuses, con una cantidad de emisiones de 23,5 MtCO₂.

Los compromisos asumidos por España ante la UE representan un descenso en el 2030 del 28,6% de estas emisiones sobre las registradas en 2017 anteriormente mencionadas. Aquí no entramos a analizar, pero es importante al menos hacer mención, al efecto positivo adicional sobre nuestras cuentas exteriores de la menor importación de productos fósiles que conlleva la aplicación de medidas para ir logrando el objetivo de descarbonización. Tales medidas pueden ser planteadas sobre todo en dos frentes: paulatina *subida de la cuota de transporte de mercancías por ferrocarril y la progresiva electrificación de vehículos de carga ligeros*; es imprescindible reforzar los incentivos fiscales a la incorporación de camiones ligeros eléctricos hasta que se alcance la paridad de coste con el convencional y,

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

al mismo tiempo, restringir el tráfico progresivamente, como ya sea está empezando a hacer, en los núcleos urbanos de estos camiones ligeros de combustible convencional.

En cuanto al mayor uso del **transporte de mercancías por ferrocarril**, aunque es digno de resaltar el surgimiento de competencia con operadores alternativos a RENFE, dinamizando ese transporte en algunos corredores como en el de Madrid-Valencia, lo cierto es que hay enormes barreras a ser removidas para dar firmeza a este transporte ferroviario. Quizá una de las más importantes limitaciones sea, siguiendo al Documento de la Comisión de Expertos y el también mencionado de Deloitte, la falta de capilaridad del transporte de mercancías por ferrocarril, que se agrava por la escasa infraestructura de *cargaderos y terminales*, 193 contabilizados en España, frente a las 1890 derivaciones privadas en Francia y más de 2.000 en Alemania.

Ya es sabido que el diseño y ejecución de estas y otras infraestructuras, como las relativas a accesos, *electrificación y mejoras de algunos corredores* de mayor potencial, que faciliten la circulación de trenes de al menos 750 metros de longitud como en otros países europeos, exigen cuantiosas inversiones y largos períodos de maduración. La grandeza de la política se ejerce también llevando a cabo iniciativas que van bastante más allá del ciclo político ordinario, como se ha demostrado en numerosas infraestructuras en España, sobre todo si se compromete con ello nada menos que el desarrollo económico sostenible a largo plazo y la vertebración de todo el territorio. No es discutible que el transporte de mercancías por carretera seguirá siendo mayoritario y asumible por las infraestructuras existentes siempre que se apliquen los adecuados planes de mantenimiento y conservación⁵⁰ y, con los desarrollos tecnológicos actuales, tendrán que seguir utilizando una energía con emisiones contaminantes, aunque mucho más eficientes que en el pasado. No obstante, deben ser prioritarias las dos líneas de actuación arriba mencionadas, (mayor porcentaje de transporte de mercancías por ferrocarril y electrificación de los vehículos de carga ligeros), que nos acercaría a los estándares comunitarios, pero, sobre todo, nos permitirían dar coherencia a los planes de descarbonización comprometidos y lograr una menor dependencia energética exterior.

3. UN APUNTE SOBRE EL TRANSPORTE MARÍTIMO Y AÉREO

En cuanto al transporte marítimo, existe una creciente preocupación por las emisiones de los buques en los tiempos de atraque en los puertos, lo que ha conducido a que la UE establezca en su normativa unos estándares de emisión cada vez más estrictos⁵¹ en NOx y Sox. De forma análoga la IMO

50. Estamos de acuerdo con la propuesta de la Comisión de Expertos para la Revisión del Sistema Tributario Español al proponer que se considere el establecimiento de tasas por el uso de las infraestructuras de transporte, y su relación con el nuevo impuesto propuesto sobre el uso de vehículos de tracción mecánica, al que hemos hecho referencia en otra nota.

51. Vid Directiva (UE) 2016/802 de 11 mayo de 2016 relativa a la reducción del contenido de azufre de determinados combustibles líquidos.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

2020, cuya entrada en vigor es el 1 de enero de 2020, nueva regulación aprobada por la IMO (Organización Marítima Internacional) que obliga a los barcos a emplear fuel oil con un contenido máximo de azufre del 0.5% masa/masa frente al actual 3.5% para reducir las emisiones de óxido de azufre, una sustancia que contribuye a la contaminación ambiental y a la destrucción de la capa de ozono. La salida que se ofrece a los navieros para resolver este grave problema consiste en la *sustitución del fuel marino por gas natural o por la electrificación*, soluciones ambas no exentas de problemas a resolver. Ya existe normativa⁵² donde se establece que a más tardar en 2025 debe estar disponible una red básica de puntos de repostaje de GNL en los puertos marítimos, ubicándolos donde más convenga en función del resultado de un análisis coste-beneficio. España está bien dotada de infraestructura de GNL por lo que se debería propiciarlo. Lo mismo establece la mencionada directiva (art.4.5) en lo relativo al suministro eléctrico en los puertos, dando prioridad a los de la red básica RTE-T, antes de finalizar el 2025. Esta reconversión exigible a los buques puede hacerse más efectiva si se utiliza el *mecanismo fiscal medioambiental* que obligue a internalizar los costes de su contaminación en los puertos. De manera alternativa o complementaria y, desde luego, más acorde con los mecanismos de mercado, se podría exigir la *compra de derechos ETS por el montante de emisiones producidas*.

Aparte de los ya establecidos incentivos a la eficiencia, poco se puede hacer para reducir la contaminación producida por el **transporte aéreo** que, además, está llamado a tener un protagonismo creciente en la movilidad. Este sector ya está integrado en el sistema de comercio de derechos de emisión (ETS) para los vuelos dentro del espacio económico europeo (EEE) y se puede pensar también en una fiscalidad medioambiental que haga más atractivo el transporte por ferrocarril en determinadas distancias. Son dignas de alabar las iniciativas, sobre todo en algunos países nórdicos, para desarrollar y establecer vuelos domésticos eléctricos, pero su modesta capacidad de pasajeros y limitada distancia podrá valer para zonas muy montañosas, pero no para España, donde ya el tren ejerce una eficiente competencia a la aviación.

MEDIDAS EN RELACIÓN CON LA EDIFICACIÓN RESIDENCIAL Y SECTOR TERCIARIO

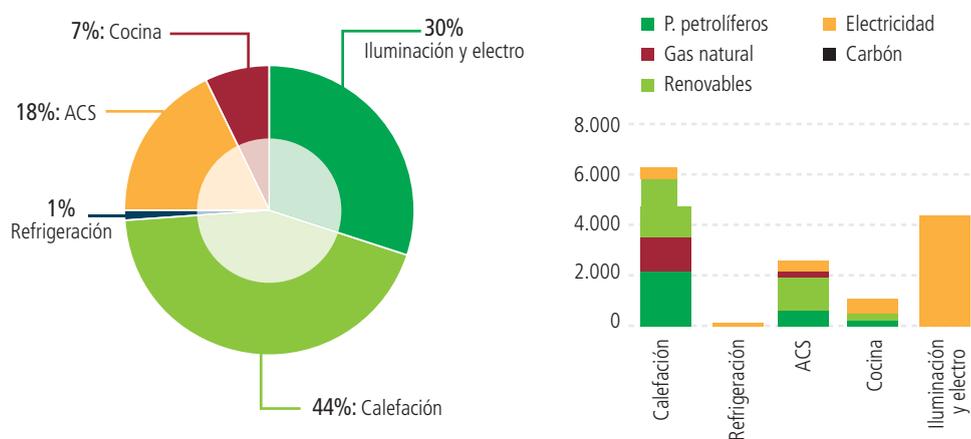
El parque de edificios de carácter residencial asciende en España a 25,5 millones a los que hay que añadir otros 2 millones de edificios de servicios. Todos ellos dan cuenta del 31% del consumo de energía y del 11% de las emisiones directas de CO₂. El sector consume 25 Mtep, de los que el 49%

52. Directiva 2014/94/UE

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

es energía eléctrica, el 39% combustibles fósiles (el 60% Gas Natural), y el 12% renovables (sobre todo biomasa). En la actualidad el consumo energético se reparte un 60% en vivienda y el 40% en edificación de servicios.

CUADRO IV.4: USOS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR RESIDENCIAL



Fuente: Comisión Expertos Transición Energética, 2018 pág. 431.

Como muy acertadamente llama la atención el Documento de la Comisión de Expertos, el 85% del parque actual tiene una deficiente calificación energética, tipo E o superior, lo que contrasta con el pobre balance de los programas de rehabilitación realizados hasta la fecha en un parque en el que el 64% es anterior a 1990. Y como el consumo energético es tan importante porque supera el 30% del total de energía final, el objetivo del PNIEC es ambicioso pero acertado de lograr un **ahorro acumulado** hasta 2030 de 11,5 Mtep, que representa el 46% del mencionado consumo energético actual.

Ese ahorro previsto lo distribuye en cuatro programas:

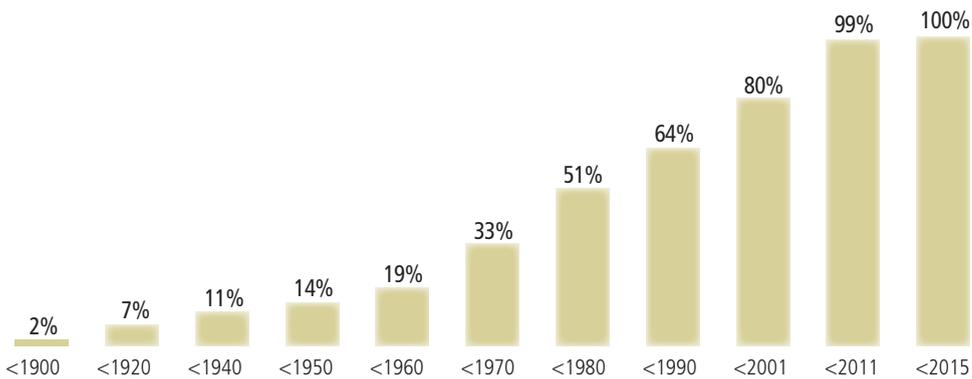
Rehabilitación en edificios de carácter residencial existentes	4,76Mtep
Renovación del equipamiento residencial	1,98Mtep
Ahorros en edificios de carácter terciario	1,38Mtep
Renovación equipos climatización sector terciario y medidas en infraestructuras públicas (alumbrado, depuración, etc.)	3,35Mtep

CAPITULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

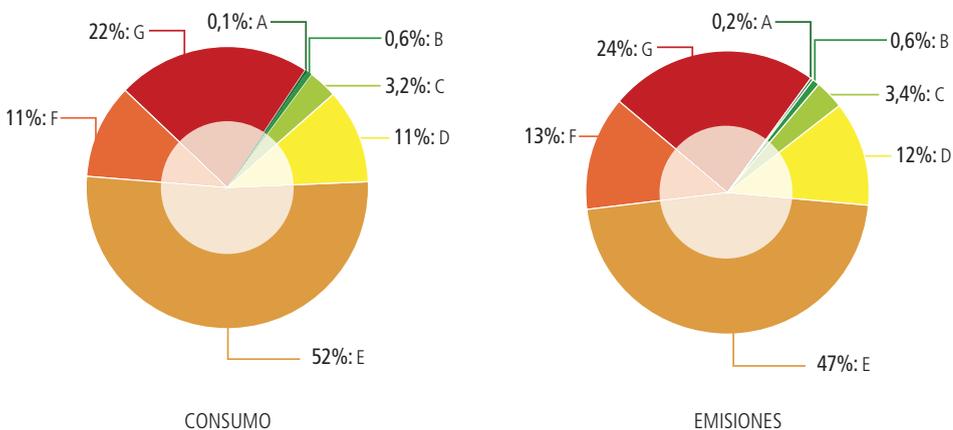
1. REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES DE CARÁCTER RESIDENCIAL

Este plan de rehabilitación incluye tanto la envolvente térmica (fachadas, cubiertas y cerramientos) como los equipos de climatización y ACS, aunque prioriza lo primero, y el apoyo público está condicionado a la certificación de eficiencia energética del edificio, que tiene que describir las características energéticas del mismo y recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética y estimación de plazos de recuperación de la inversión durante su vida útil. Es obvio que la rehabilitación debe permitir la mejora de la calificación energética del edificio.

CUADRO IV.5: PORCENTAJE DE EDIFICIOS RESIDENCIALES Y DE SERVICIOS POR NIVEL DE ANTIGÜEDAD



CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS



Fuente: Documento Comisión de Expertos Transición Energética

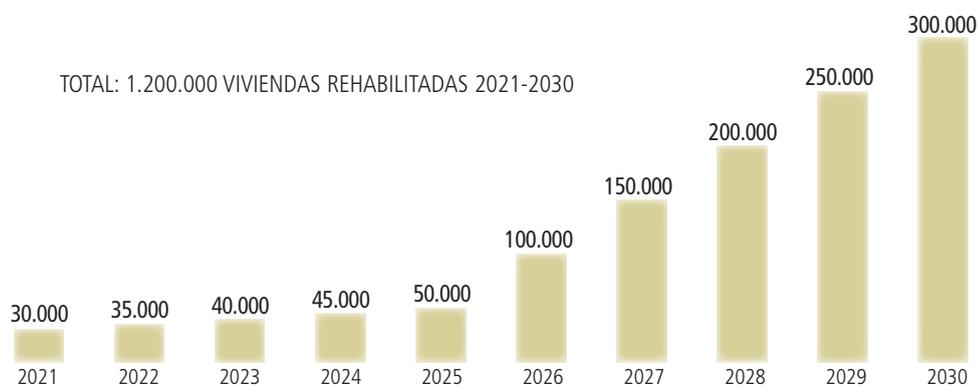
CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

Se pretenden rehabilitar 1.200.000 viviendas en el período (2021-2030) y al mismo tiempo renovar las instalaciones térmicas en 300.000 viviendas/año.

Para lograrlo, se proponen *medidas fiscales*, sin especificar, de carácter legislativo (sobre todo de transposición de directivas europeas, porque esto condiciona luego la obtención de apoyos financieros europeos) y *programas de apoyo público*, tanto de ayudas a fondo perdido como de financiación, siempre condicionado a la *mejora de la calificación energética* y a la realización de *actuaciones integrales*, la envolvente y las instalaciones térmicas. Las ayudas se intensificarán en los casos de incurrir en pobreza energética. El apoyo público total estimado asciende a 5.509 M de euros, que en buena medida se espera obtenerlos de los fondos estructurales europeos y de inversión, pudiendo llegar a movilizar 22.431 M de euros. Estas medidas toman como referente la experiencia del Programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios iniciado en 2013 y conocido como PAREER que se ha ido prorrogando hasta finalizar 2018 y que se supone que ha sido un éxito en la renovación de la envolvente térmica porque el 85% de las ayudas han ido a esta finalidad.

Dado el estado actual de eficiencia energética de nuestro parque residencial resulta de todo punto imprescindible que se preste atención política prioritaria a este programa de rehabilitación, se hagan las transposiciones de directivas con presteza, se absorban los fondos europeos disponibles, se potencie la información y el seguimiento de las actuaciones y se apliquen los fondos precisos para que se cumplan los objetivos. No debe suceder, como hasta ahora, que el número de viviendas con licencia de rehabilitación, según el propio Observatorio de Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, sea ínfimo⁵³ en relación con el objetivo fijado por ese Ministerio en su Estrategia 2014-2020 en 200.000 viviendas/año de promedio. Como afirma el Informe de la Comisión de Expertos, las licencias de reha-

CUADRO IV.6: PREVISIÓN INDICATIVA ANUAL DE VIVIENDAS REHABILITADAS ENERGÉTICAMENTE 2021-2030



Fuente: PNI EC. Ministerio para la Transición Ecológica, 2019.

53. En 2016 ascendieron a 7.548 y en 2017 a 9.501

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

bilitación “tan alejadas del objetivo deberían ser objeto de especial atención para adoptar las medidas necesarias para garantizar su cumplimiento”. De lo contrario, volverá a pasar lo mismo con el actual Plan Estatal de Vivienda 2018-2021⁵⁴ y ello restaría credibilidad a todo el PNIEC, porque este objetivo de rehabilitación de vivienda tiene una enorme importancia social, energética y ambiental. Como hemos visto, todo el sector de la edificación acapara el 31% de la energía que se consume en España y da cuenta del 11% de las emisiones de CO₂. El sector residencial representa aproximadamente el 60% y el restante 40% el sector servicios.

Es necesario resaltar también los *aspectos sociales y laborales*, especialmente de este programa de rehabilitación residencial con unos edificios que en su mayoría son antiguos y de una deficiente calificación energética. El cumplimiento del objetivo de rehabilitación residencial en sus términos daría un fuerte impulso al empleo en el estrato de población que más problemas puede tener para encontrar trabajo y debe servir también para favorecer a las personas más necesitadas de ayuda en materia energética. La absorción plena de fondos europeos disponibles y un tratamiento fiscal favorable a estos gastos de rehabilitación son dos medidas importantes. Pero las Administraciones Públicas deberían incentivar y respaldar sistemas de financiación en condiciones favorables en coste y plazos de manera que la obtención de subvención a fondo perdido sea una pequeña parte del total de recursos a este programa.

Debe establecerse, por otra parte, un *nuevo código técnico de la edificación y una certificación energética de los edificios que sea trascendente y eficaz* a efectos de priorización en los programas de rehabilitación y de las ayudas oportunas, a lo que se debe dar la máxima difusión así como el seguimiento y control de esos programas. Debiera ser prioritario para el gobierno establecer un Plan de Choque, con todas las Administraciones, de rehabilitación de viviendas para el horizonte 2030 con el adecuado respaldo financiero europeo, de las Administraciones y del sector privado buscando fórmulas novedosas como en otros países. Es indudable el efecto multiplicador sobre el empleo y el bienestar de los más necesitados, al mismo tiempo que se ahorra mucha energía y se producen menos emisiones GEI en sintonía con los objetivos de desarrollo sostenible que nos hemos propuesto como prioritarios en esta etapa histórica.

2. MEDIDAS PARA LA RENOVACIÓN DEL EQUIPAMIENTO RESIDENCIAL

Esta medida está destinada a lograr una renovación del parque de electrodomésticos que tengan mayor peso en el consumo energético doméstico de manera que suponga una traslación hacia aparatos de etiquetado energético de la clase más alta de eficiencia energética y así lograr los ahorros arriba mencionados (1,98 Mtep). En este caso, el apoyo público va a estar dirigido a las *campañas de*

54. Real Decreto 106/2018, de 9 de marzo.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

comunicación que se desea que se hagan a partir de acuerdos voluntarios con las asociaciones de fabricantes, distribuidores y comercializadores de electrodomésticos.

3. MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN DEL SECTOR TERCIARIO

Estas medidas tienen una doble intención, por un lado extender a las Comunidades Autónomas el programa existente de renovación de los edificios de la Administración General del Estado, y, por otro, establecer para los edificios del sector terciario un sistema de apoyo público y de financiación similar al de las viviendas arriba mencionado (programa PAREER). Del mismo modo, se establece que son elegibles las iniciativas tanto de la envolvente térmica como de las instalaciones térmicas y de iluminación. Se pretende obtener un ahorro de 1,38 Mtep. El apoyo total público para todo el período es de 2.166 M de euros que, como en el caso de las viviendas, en cierta medida, provendrán del apoyo comunitario.

4. MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EQUIPOS GENERADORES DE FRÍO Y GRANDES INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN DEL SECTOR TERCIARIO Y EN INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS

Son medidas, como el propio título indica, destinadas a un doble objetivo: por un lado ganar en eficiencia mediante la renovación de grandes instalaciones de climatización, de equipos de frío y mobiliario de conservación y congelación; y, por otro, medidas de mejora de la eficiencia energética en infraestructuras de titularidad pública, como es el alumbrado público y las instalaciones de potabilización, depuración y desalación de agua. Se espera tener unos ahorros acumulados de energía final de 3,35 Mtep, y para lograrlo se cuenta con ayudas a fondo perdido y de financiación por importe de 3.947 M de euros que podrá movilizar una inversión de 6.333 M de euros en el total del período. Es evidente que las Administraciones Públicas, a todos los niveles, deben dar ejemplo en cuantas acciones estén encaminadas al ahorro de energía y reducción de emisiones, sea actuando sobre las envolventes de los edificios, sea en los equipamientos internos como electrodomésticos eficientes, y también en el alumbrado público, equipos de depuración, aparatos de calor y frío, en centros públicos.

Por último, debiera haber un órgano, compuesto por los tres ministerios implicados (Hacienda, Energía y Fomento) con el apoyo del IDAE quien debiera dar transparencia al seguimiento y control de todo el programa de cumplimiento de los objetivos de energía y clima y proponer las correcciones oportunas, cuando proceda, en la ejecución de los programas con objetivos comprometidos ante las instituciones comunitarias.

LA MEJORA EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INDUSTRIA

La información disponible nos permite afirmar que **el sector industrial es el que más ha contribuido a la eficiencia energética en España**. En el conjunto de los 16 primeros años de este siglo, el consumo de energía en la industria (incluye la construcción) ha caído un 25%, de 25,3 Mtep en 2000 a 18,9 Mtep en 2016. Si ponemos en relación la mencionada evolución del consumo energético en la industria con la evolución del valor añadido del sector, que se ha mantenido constante en ese período (ha subido en los sectores manufactureros pero ha caído en las industrias de la construcción), obtenemos una caída de la intensidad energética en la misma proporción que el consumo de energía, es decir, en un 25%. Es una evolución impresionante y positiva de la eficiencia energética en la industria, con independencia de las dificultades que puedan existir para explicar las razones de esa evolución, como la crisis económica, cambios tecnológicos en equipos y procesos, búsqueda de competitividad con el mayor dinamismo exportador, mayor caída o atonía de sectores altamente consumidores de energía.

En cuanto a las emisiones GEI, la industria las ha reducido en un 5% sobre 1990 y un 36% sobre 2005. En relación con el total de emisiones GEI, los "procesos industriales y uso de otros productos" reducen su aportación a 28,25 MtCO₂-eq o el 8,3%, frente al 10,3% en 1990 y el 10% en el 2005⁵⁵. Por tanto, el balance que ofrece la industria desde la perspectiva del desarrollo sostenible, tanto en intensidad energética como en materia medioambiental, es claramente positivo. Es importante resaltar que ha podido contribuir a este proceso de eficiencia energética y ambiental, por un lado la relativa pérdida de peso relativo de la industria más altamente consumidora de energía, y por otro, las decisiones inversoras de las empresas en la transformación interna de equipos y procesos que las hace también más competitivas, como se ha puesto de manifiesto en el dinamismo exportador de las empresas, incluido el período de crisis económica. Quizá el reto se halle en mantener esa tendencia de eficiencia energética y medioambiental al mismo tiempo que, siguiendo los deseos de la Comisión Europea⁵⁶, se lleven a cabo acciones para elevar el peso de la industria en el PIB al menos hasta el 20% en 2020 mediante aumentos de competitividad, al mismo tiempo que insiste la Comisión Europea en que hay potencial de ahorro energético en todos los subsectores industriales.

Sin embargo, nosotros opinamos, en línea con lo que afirma de Comisión de Expertos, que hasta la actualidad la industria ha realizado en general muchos esfuerzos para ganar en eficiencia energética y que son limitados los esfuerzos que pueda llevar a cabo para reducir las emisiones de CO₂ y que, en todo caso, dependerá de cada proceso. Esto último puede ser cierto, sobre todo con la propuesta de medidas, realmente limitada e imprecisa, que hace el PNIEC en cuatro puntos: ayudas para incor-

56. Véase el *Informe Inventarios 1990-2017* (Edición 2019). págs. 293 y ss.

57. COM (2017) 479 final

porar las energías renovables en los procesos industriales; incorporar la vertiente energética en la política industrial; acuerdos voluntarios con subsectores para aumentar el consumo de energía renovable (biomasa, solar térmica y geotermia); y, por último, ayudas a estudios, informes y auditorías energéticas que faciliten el paso a procesos menos intensivos en carbono. Deberían concretarse más el tipo de ayudas y, en su caso, exenciones fiscales que supongan auténticos incentivos a tecnologías energéticas limpias bien para inversiones directas o bien a través de empresas de servicios energéticos.

FISCALIDAD DE LA ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Los poderes públicos tendrán que afrontar el tema más general de la fiscalidad de la energía, en coherencia por supuesto, con los objetivos presupuestarios, pero también con el objetivo claro de colocar la energía al servicio del desarrollo económico sostenible, lo que implica establecer mecanismos para internalizar el coste de las emisiones en el caso de emisiones difusas. Como se afirma en un documentado estudio sobre la fiscalidad energética⁵⁷, está dominada por la amplitud y heterogeneidad de tributos que gravan todas las actividades y fuentes del sector.

Además, hay múltiples gravámenes de las tres administraciones, la estatal, las Comunidades Autónomas y las Corporaciones Locales. Sólo a nivel autonómico hay más de 60 tributos de carácter medioambiental sobre el agua, las instalaciones energéticas, los residuos, el impacto paisajístico, etc. que van en aumento, como también sucede con las Corporaciones Locales, que demuestran gran capacidad imaginativa para crear tasas medioambientales sobre residuos, el uso del dominio público, el ruido y las emisiones atmosféricas.

Nadie ha establecido un mínimo de coherencia y reglas homogéneas, lo que está contribuyendo a que hayan proliferado en los últimos años nuevos tributos por los entes territoriales, autonómicos y locales, en algunos casos bajo el criterio de gravar la utilización del dominio público por redes eléctricas, que es un servicio público regulado para la garantía de suministro eléctrico. En otros casos, el criterio es el medioambiental, pero estos tributos no modulan tipos impositivos en función de la cuantía del presunto efecto nocivo contaminante y tampoco se explicita que el fruto de esos tributos vaya destinado a su finalidad de contrarrestar efectos medioambientales.

57. Vid. Juan Carpizo, Eugenia Montaña y Teresa Checa: *La fiscalidad energética. Sentido, objetivos y criterios de aplicación*. Fundación Naturgy, 2019.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

Las sucesivas reformas del sistema tributario español, generalmente por adición, en lo relativo al tratamiento de la energía en sus diversas manifestaciones, ha decantado en la actualidad en un auténtico despropósito, que exige una pronta y profunda reflexión y cambio, en línea con lo planteado por expertos de reconocida solvencia⁵⁸, y también por las tendencias internacionales, siendo de destacar los criterios definidos en el ámbito comunitario⁵⁹.

En una breve referencia a los tributos del Estado sobre la energía, debemos acercarnos a la Ley 15/2012 de Sostenibilidad Energética, donde los impuestos, un canon y varias modificaciones de tipos de impuestos especiales y supresión de exenciones no responden a un criterio global y definido de toda la fiscalidad encaminada con coherencia a un objetivo claro de eficiencia energética y mejora del medio ambiente, es decir, de desarrollo sostenible. Este es el caso del **Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica**, que no tiene objetivos medioambientales y aunque va destinado a los productores de energía eléctrica es indudable que, como mayor coste empresarial, terminará incidiendo sobre el consumidor de energía eléctrica. Siempre por coherencia con el objetivo de desarrollo sostenible, debe revisarse el **Canon por utilización de las aguas continentales** para la producción de energía eléctrica en el sentido de ampliarlo a todo el ámbito del artículo 2 de la Ley de Aguas, donde se define el dominio público hidráulico, y su recaudación debe ir destinada íntegramente, y no solo el 2% establecido, al Organismo de Cuenca con el excelente fin de proteger el dominio público hidráulico, como expone la Ley. Por último, los dos **impuestos** que establece la Ley de 2015 **sobre residuos nucleares** deberían reformarse, como afirma la Comisión de Expertos de Reforma del Sistema Tributario Español, en el sentido de refundir ambos impuestos y transformarlos en una tasa dirigida a cubrir el coste de la gestión y almacenamiento de los residuos nucleares, porque este es el objetivo de sostenibilidad ambiental que encierran estos tributos.

La mencionada propuesta de Directiva de la Imposición Energética (DIE) entiende que los objetivos de los impuestos energéticos son la generación de ingresos y ahorro de energía, por una parte, y consideraciones medioambientales, por otra. La creación de impuestos específicos relacionados con el CO₂ a nivel nacional exige que otros impuestos sobre la energía, lo que denomina "imposición sobre el consumo energético general", sean neutrales, es decir que no diferencien entre fuentes de energía (en España hay diferencia de gravamen entre la gasolina sin plomo y el gasoil), y que se basen en el valor calorífico neto de los productos energéticos. En todo caso, si hay una recaudación superior

58. Aunque se consideren discutibles algunos de sus planteamientos en materia fiscal, son documentos de gran nivel y de referencia obligada: Informe de la Comisión de Expertos de Transición Energética. *Análisis y propuestas para la descarbonización*. Págs. 279-326. Madrid, 2018. Véase también: Informe de la *Comisión de Expertos para la Reforma del Sistema Tributario Español*. Capítulo VI. B. Los Impuestos Ambientales. Págs. 317-348. Madrid, 2014.

59. Además del "Paquete de Invierno" (*Energía Limpia para todos los Europeos*) en 2016, debemos resaltar la Propuesta de Directiva por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad. (Se llama también "Directiva de la Imposición Energética o DIE, que modifica la Directiva 2003/96/CE. COM (2011)169 final.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

debería ir destinada a reducir las cotizaciones de las empresas a la Seguridad Social, es decir, que la fiscalidad, nueva o no, relacionada con el medio ambiente no debe servir para aumentar la presión fiscal, y debe evitarse que se produzca una pérdida de competitividad a nivel sectorial. En cuanto a los nuevos impuestos relacionados con el CO2 deben ser complementarios, por razones de eficiencia energética, es decir, no deben ser aplicados a sectores sometidos al Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión (ETS).

La forma más eficiente de internalizar los costes de contaminación por emisiones de GEI, en el caso de emisiones definidas, es la utilización de los mecanismos del mercado, es decir, lograr un funcionamiento adecuado del **mercado de emisiones** (ETS por sus siglas en inglés). Desde que comenzó el tercer período del régimen de comercio de emisiones en Europa (RCDE UE) en 2013 se ha venido produciendo un descenso de emisiones, tendencia que se rompió en 2017 con un ligero aumento del 0,18% por el mayor dinamismo económico, y que se produjo no en la energía sino en la industria y, particularmente, con un aumento del 4,5%, en la aviación civil. Importa destacar que la Comisión⁶⁰ publicó, en marzo de 2018, la Directiva RCDE UE que reforma el régimen para la próxima década y que *“hará posible una reducción de las emisiones del 43% para 2030, salvaguardando al mismo tiempo la competitividad de la industria europea”*. Cambios anteriores habían tratado de hacer frente al excedente de derechos de emisión y, según la Comisión Europea, comienzan a dar sus frutos. Ahora se encuentran en pleno desarrollo labores relativas a la fuga de carbono, a la asignación gratuita y al Fondo de Innovación.

GOBERNANZA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Hablar de gobernanza de la transición energética, como de cualquier otro objetivo que nos fijemos, consiste fundamentalmente en tres elementos para el éxito: unos principios básicos, unos instrumentos o planes específicos de actuación y un sistema de seguimiento y evaluación para efectuar las correcciones que se considere necesarias. Como es lógico, el PNIEC debe cumplir con estos elementos.

- En cuanto a los **PRINCIPIOS**, resulta elemental que el primero es el de la **eficiencia**, es decir, el programa de transición energética debe responder a los objetivos planteados ya conocidos o, al menos, al cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos con el menor coste. En

60. Com (2018) 842 final. Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo de 17/12/2018 sobre el mercado europeo del carbono

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

segundo lugar, tiene que ser **didáctico**, en cuanto que debe exponer con claridad los efectos o implicaciones que dicho programa de Transición Energética se espera que tenga desde el punto de vista sectorial, territorial y socioeconómico, sobre el empleo, la competitividad, etc. En tercer lugar, debe ser un programa **participativo**, es decir, debe cumplir con un alto grado de transparencia y comunicación de sectores e instituciones.

- En lo que respecta a los **INSTRUMENTOS**, hay que empezar por aprobar la anunciada Ley de Transición Energética y Cambio Climático, donde se tienen que establecer unos planes específicos, en línea con lo que hemos visto en este trabajo, como pueden ser los planes de movilidad sostenible, de penetración de las energías renovables, de apoyo y cobertura de demanda, de eficiencia energética de los edificios, de eficiencia energética en la industria, etc.
- El tercer elemento clave para el éxito de la Transición Energética es el de la creación de un sistema eficaz de **SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS**. Ese sistema podría tener la concreción, como apunta la Comisión de Expertos de Transición Energética, en un *Consejo para la Transición Energética y el Cambio Climático*, compuesto por personas competentes e independientes, capaces de hacer análisis, evaluaciones y propuestas ante las desviaciones observadas.

Desde la Unión Europea⁶¹, se proporcionan pistas de cómo enfocar el tema de la gobernanza, si bien la UE actúa como subsidiaria, para que todos los países enfoquen la Transición Energética de manera homologable para poder hacer el seguimiento y propuestas a nivel comunitario. La regulación europea sobre Gobernanza establece que la participación pública es uno de los pilares de la forma de acción política de la UE y sus Estados Miembros, si bien no está claro en qué fase del proceso de regulación o elaboración y entrega de planes como el PNIEC es exigida esa implicación obligatoria del público. No obstante en la Aarhus Convention⁶² se pide que se produzca una consulta inicial y efectiva lo que solo se puede cumplir en el primer borrador de dicho Plan.

Pues bien, la información disponible obliga a hacer una valoración claramente negativa de la actuación del gobierno hasta ahora sobre gobernanza en el proceso seguido en la elaboración y entrega del PNIEC. La *European Climate Foundation* ha elaborado⁶³ (mayo, 2019) un estudio y valoración de todos y cada uno de los Planes Nacionales de Energía y Clima (NPECs por sus siglas en inglés) entregados por los países miembros, analizando tres aspectos: coherencia en los objetivos, el detalle de las

61. Existe una propuesta de Reglamento del Parlamento y del Consejo relativo a la gobernanza de la Unión de la Energía y por el que se modifican varias Directivas y Reglamentos.

62. UNECE - The United Nations Economic Commission for Europe: *Convention on Access to Information, Public Participation In Decision-Making and Access to Justice In Environmental Matters*. Round Table: *Empowering People to Protect The Planet - The Environmental Dimension of SDG 16*, March 2019.

63. European Climate Foundation: *Assessing The Draft National Energy and Climate Plans*. May, 2019

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

políticas a aplicar y, por último, la calidad del proceso empleado. En los dos primeros puntos España alcanza una calificación realmente satisfactoria en relación con los demás países. Sin embargo, recoge un claro suspenso en el tercer aspecto, donde se evalúa la información aportada por los estados miembros sobre cómo han implicado a las empresas e instituciones afectadas (*stakeholders*) en el proceso de planificación, integrando sus aportaciones en el PNIEC. En dicho estudio de la *European Climate Foundation* se resalta la importancia de que las instituciones implicadas sean invitadas a participar activamente en la elaboración del Plan y contribuir en sus diversas etapas para generar una aceptación general que facilite su implantación efectiva de las políticas previstas en el Plan, pues no cabe olvidar que estas entidades van a ser los protagonistas de las inversiones previstas, que se van a comentar en el apartado siguiente. Podemos asegurar que un buen planteamiento de objetivos y políticas del PNIEC, aunque ya hemos analizado sus limitaciones, puede quedar neutralizado por una mala praxis de gobernanza como la comentada en el mencionado estudio y constatada, además, por declaraciones y confrontaciones desde el ámbito del gobierno. El éxito de la transición energética exige una actitud por el gobierno de búsqueda de una participación y cooperación efectiva de las empresas y sectores directamente implicados.

INVERSIONES PREVISTAS Y EFECTOS SOCIOECONOMICOS ESPERADOS

El borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) prevé un volumen total de inversiones, para cumplir los objetivos deseados del Plan, de 236.124 millones de euros; frente a sólo 40.814 millones de euros previstos en un modelo meramente tendencial. Es decir, con las medidas anunciadas, de las que hemos plasmado un breve resumen en este capítulo, se pretende inducir una inversión adicional de 195.310 millones en el período de referencia.

El DESTINO PLANTEADO es el siguiente:

- Renovables	42%	101.636 M€
- Ahorro y Eficiencia	37%	86.476 M€
- Redes y Electrificación	18%	41.846 M€
- Resto	3%	6.166 M€

Los AGENTES EJECUTORES:

- Sector privado	80%	188.899 M€
- Sector público	20%	47.225 M€

Incluye 11.806 M€ de fondos europeos (5% del total)

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

Se parte del supuesto de que esta inversión no va a provocar expulsión de inversiones en otros frentes (*crowding out*) debido a que existe paro y capacidad ociosa. A partir de aquí no es necesario insistir en que los abundantes efectos socioeconómicos beneficiosos que anuncia el PNIEC descansan en el hecho de que se cumpla con cierta aproximación el volumen de inversiones arriba mencionado, más de 23.600 M€ año de media. No cabe dudar de la solvencia técnica y econométrica en la que se basa el PNIEC⁶⁴, pero el volumen de inversión planteado, sobre todo de iniciativa privada, es tan voluminoso que desde un punto de vista didáctico se deberían hacer explícitos los riesgos posibles que podrían dar al traste con todo el modelo y cómo se les haría frente. Veamos, por ejemplo, la inversión planteada en ampliación de la capacidad instalada renovable, que es obvio que la tiene que realizar el sector privado, y ha sido cuantificada en la mencionada cifra de 101.636 M€.

En el capítulo III, vimos que esa ampliación de capacidad renovable asciende a 59.263 MW, es decir, se va a instalar en eólica, solar fotovoltaica, termo solar y bombeo puro, durante 10 años un 41% más que toda la capacidad instalada renovable alcanzada en las dos primeras décadas del siglo (42.017 MW). Como entendemos que no se piensa construir desarrollo sostenible sobre bases ilusorias sino generando expectativas racionales para la iniciativa privada en un mundo globalizado, resulta clave establecer una buena gobernanza. Esta se ha de basar, como vimos anteriormente, en unos principios incontestables, (transparencia, participación ciudadana), unos instrumentos eficaces y operativos (planes concretos con medidas integrantes del plan general) y unos mecanismos de seguimiento y evaluación para corregir desviaciones (comisión con la adecuada solvencia y representación). En nuestra opinión, en el PNIEC no están bien explicadas y articuladas las medidas concretas de simplificación administrativa, compromisos fiscales y financieros, instrumentos eficaces de incenti-vación de la iniciativa privada y en cuanto a todo lo que exige una buena gobernanza.

Si se cumplen las premisas de una buena gobernanza, es posible que la nueva Ley de Transición Energética y Cambio Climático realice algunos ajustes sobre lo planteado en el borrador de PNIEC, lo que importaría muy poco si en realidad se sientan bien las bases para una confianza imprescindible de la iniciativa privada. En nuestra opinión, **instituciones como la CNMC y el IDAE debieran estar llamadas a jugar un papel estratégico muy relevante**. La primera en lo relativo a sus competencias sobre regulación, tarifas y propuestas de retribución razonable que haga viables —conforme a las exigencias de los mercados— las muy cuantiosas inversiones sometidas a planificación regulada como las mencionadas en redes de nada menos que 41.846 M€. En cuanto al IDAE, como se menciona en el texto del PNIEC, debe aglutinar la coordinación de las instituciones públicas implicadas, tanto Ministerios como Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales. Por supuesto, debe dársele importancia máxima a la Comisión de Seguimiento y Evaluación del PNIEC que salga definitivo, con

64. Se ha utilizado información procedente del modelo energético TIMES-SINERGIA y del sector eléctrico (ROM), incorporándolo al modelo económico DENIO. Se utiliza también el modelo de Calidad del Aire TM5-FASST que incorpora a su vez información de la Unidad de Inventarios de MINECO.

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

capacidad para valorar y exponer las posibles desviaciones relevantes y propuestas de corrección, con publicidad y transparencia para ejercer la presión política necesaria, en su caso.

Si eso es así, se podrá celebrar al finalizar la próxima década el cumplimiento de los efectos socioeconómicos altamente beneficiosos sobre el PIB, el empleo, menor dependencia energética exterior, impactos positivos sobre la contaminación y la salud pública y discriminación positiva a favor de los hogares de menor renta y colectivos vulnerables.

Se espera un aumento del PIB derivado del Plan de entre 19.300 y 25.100 M€ por año, lo que es algo menos de dos décimas de PIB por año de aumento. Sus efectos sobre la actividad económica se distribuyen prácticamente entre todos los sectores, particularmente en los industriales, energía y construcción, con un impacto importante sobre el empleo.

GRÁFICO IV. 7: IMPACTO EN EL EMPLEO POR RAMAS DE ACTIVIDAD (MILES DE PERSONAS/AÑO)



Fuente: PNI EC. Ministerio para la Transición Ecológica, 2019.

A nivel global, incluidos los servicios, el empleo neto debido al Plan aumentará a un ritmo entre 250.000 y 364.000 personas por año, de manera que la tasa de paro se reducirá entre 1,1 y 1,5 puntos porcentuales sobre el escenario tendencial. La expansión inversora en todos esos sectores indus-

CAPÍTULO IV · PLAN DE ACCIÓN DE POLÍTICA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE

triales, salvo minería, se centra especialmente en la nueva capacidad renovable, en redes e infraestructuras necesarias para hacer operativas a ambas, en rehabilitación de viviendas, etc. Hay un efecto positivo para esos sectores derivado de la sustitución de importaciones energéticas por energía autóctona. La dependencia exterior pasará del 74% en 2017 al 59% en 2030 debido a que la energía fósil importada pasará de 98.648 Mtep en 2017 a 62.680 Mtep en 2030. Debemos percatarnos que este avance, con ser importante, nos sitúa todavía en un porcentaje de dependencia energética exterior que es superior al que, en promedio, tiene hoy la UE. Por este motivo, y otros que ya hemos expuesto, no sería deseable reducir la potencia nuclear en el período que contempla el PNIEC.

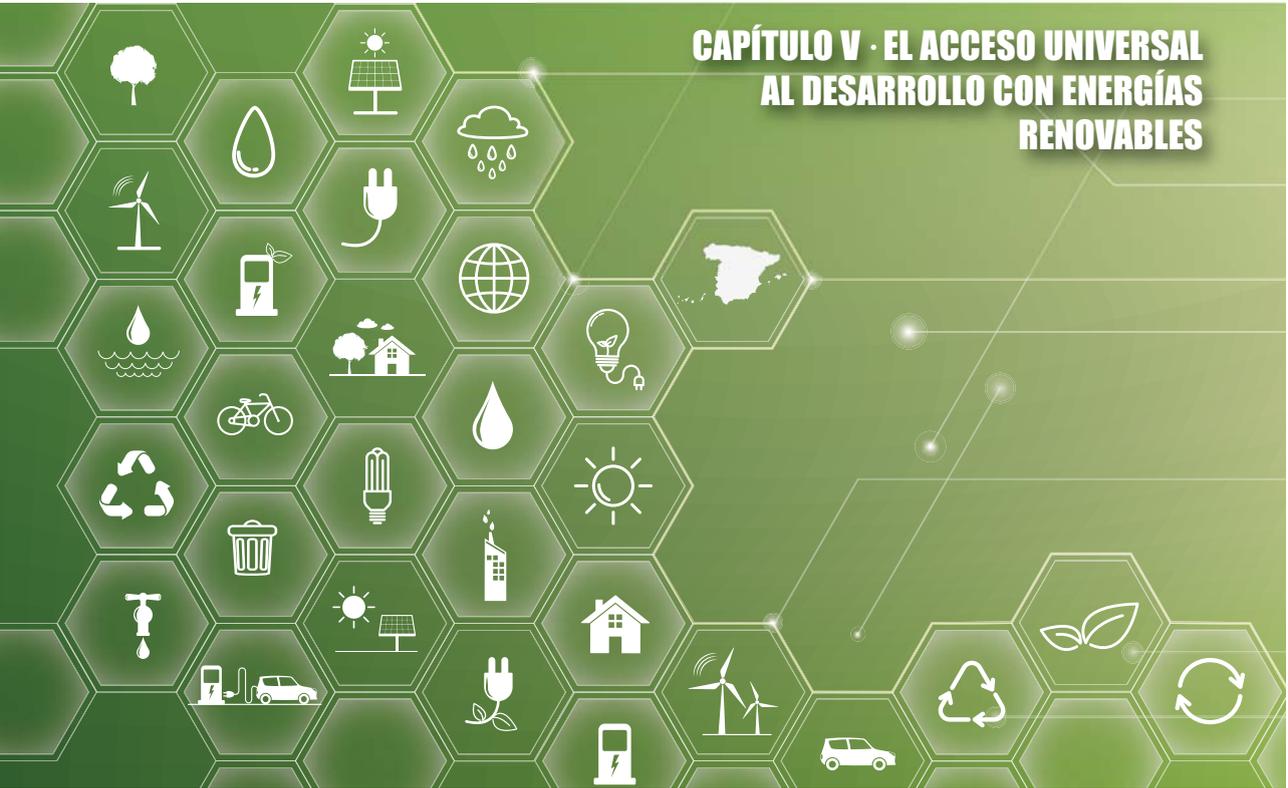
Por último, es importante mencionar los efectos positivos sobre los hogares de menor renta y colectivos vulnerables, derivados sobre todo de dos tipos de medidas. Por un lado, la ampliación del **empleo que generará el plan de rehabilitación de viviendas** en un estrato de población que quizá hoy tiene menos oportunidades desde la última grave crisis de la construcción. Además, bien aplicado y financiado, este programa debe favorecer a la población más vulnerable por el menor coste energético y mayor confortabilidad. Un programa como éste, tan positivo desde el punto de vista de la actividad económica, el empleo, el modelo energético sostenible y la política social, debe tener garantía de cumplimiento con una actuación eficiente de la futura Comisión de Seguimiento y Evaluación del PNIEC. La pobre ejecución de programas anteriores de rehabilitación de viviendas no es el ejemplo a seguir. Por otro lado, la **tributación específica en función de las emisiones de GEI**, que se está planteando cada vez con más claridad a nivel internacional, contribuye a hacer la fiscalidad más progresiva por cuanto suele haber una relación directa de mayores emisiones con niveles de renta más elevados. Debiera quedar claro que, en todo caso, como plantean la mayoría de los expertos, no se debiera contemplar supuesto alguno de elevar la presión fiscal global, de manera que se han de contrarrestar los aumentos de recaudación derivados de la nueva fiscalidad ambiental con minoraciones en ámbitos tributarios que favorezcan la confianza empresarial, la competitividad, las inversiones y el empleo.

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO

CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES



economistas
Consejo General

CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

Se insiste por parte de grandes estudiosos del clima⁶⁵, que el calentamiento global, lejos de ser solo un problema de las futuras generaciones, está haciendo estragos hoy día y se describen extensamente los fenómenos a los que hemos hecho referencia en otras partes de este trabajo. En términos similares, Peter Kalmus⁶⁶, científico de la NASA especializado en clima, afirma que el cambio climático (mejor habría que decir, el colapso climático) es el gran problema al que se enfrenta hoy la humanidad y, aunque ha aumentado la preocupación para actuar con urgencia, sigue muy por debajo del nivel requerido para evitar un calentamiento catastrófico que amenazaría la civilización tal como la conocemos.

Entendemos que no les faltaría razón a los mencionados autores, con semejantes expresiones muy preocupantes, en un análisis meramente tendencial del modelo energético del último siglo. Se parte del supuesto —que debiera parecernos lógico y deseable— de que todos los países del planeta con menor desarrollo luchan para adquirir un nivel de vida digno homologable al que tienen hoy la mayoría de los países occidentales. Ahora bien, los países desarrollados han utilizado con profusión el carbón, además del gas, y aún siguen haciéndolo, para producir la electricidad que exigía su desarrollo y se ha popularizado totalmente el uso de motores de combustión interna en el transporte y muchos procesos industriales utilizando masivamente los productos fósiles. ¿Se va a pretender que no hagan lo mismo, si no tienen alternativas mejores, numerosos países asiáticos, toda el África subsahariana, áreas de Iberoamérica y del resto del mundo menos desarrolladas?

Si prosiguiese de manera universal el modelo energético histórico de los países desarrollados, no hay duda que se llegaría al colapso ambiental del planeta. El cuadro II.1 (*página 38*) y gráfico II.4 (*página 42*) ponen de manifiesto dos características del modelo energético seguido hasta ahora.

- En primer lugar, China y Estados Unidos, con 9,48 miles de MtCO₂ y 4,89 miles de MtCO₂, respectivamente, suman el 43,4% de las emisiones mundiales de emisiones GEI en 2018 (33,1 miles de MtCO₂). La UE añade otro 12% con 3,96 miles de MtCO₂.

Es decir, las tres grandes áreas geoestratégicas que dirigen las macrotendencias económicas y energéticas del mundo son las responsables del 55,2% de todas las emisiones GEI del planeta y

65. Véase el mencionado libro de David Wallage-Wells, *The Uninhabitable Earth*.

66. Peter Kalmus: "Cambio Climático: la humanidad en la encrucijada", en *¿Hacia una Nueva Ilustración? Una década trascendente*. Libro anual (Ed. 2019) de la serie OpenMind del BBVA págs. 220-246.

CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

son las que van a condicionar con su liderazgo tecnológico la capacidad de generar desarrollo sostenible en el planeta.

- En segundo lugar, es enormemente ilustrativo el perfil que sigue la evolución de las emisiones de CO₂ en China durante los últimos 30 años y particularmente desde comienzos de siglo, cuando se aleja con rapidez e intensidad de países como India, Federación Rusa y Japón. ¿Qué hubiera sucedido con los valores de emisiones GEI y el clima si en lo que va de este siglo la India y África –cada uno de ellos con una población similar a la de China– hubieran tenido el mismo dinamismo económico aplicando el modelo energético tradicional?. Pero mirando al futuro, ¿y si durante los próximos 20 años esas dos zonas siguiesen los pasos del modelo chino hasta recientemente? (China ha comenzado a cambiar de estrategia como se observa en el gráfico y como fue comentado en el capítulo II).

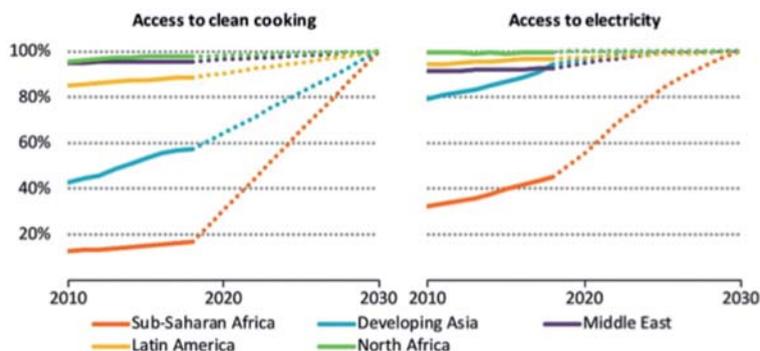
Podemos responder atendiendo a dos indicadores energéticos claves para el desarrollo, la electricidad y el transporte. Según la AIE, la demanda mundial de electricidad subirá un 60% hasta 2040 y cerca del 90% de este crecimiento se producirá en las economías en desarrollo.

Se estima que en África hay cerca de 600 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad. En la India la cobertura eléctrica es del 85%, según la AIE, lo que significa que hay otros 250 millones sin acceso a ese bien básico, aunque las expectativas de India, Indonesia y otros países de la zona son de cobertura total de electricidad a mediados de los años 20. No parece descabellada la afirmación del director de la AIE que aporta la cifra de cerca de 1.000 millones de personas en todo el mundo con ausencia de electricidad, limitación terrible para alcanzar los niveles más elementales de servicios sociales. Lo que resulta sorprendente y de ninguna manera asumible es que la AIE prevea que, con las políticas actualmente aplicadas, en 2030 todavía habrá unos 650 millones de personas sin electricidad, habida cuenta el fuerte aumento de población previsto en las áreas menos desarrolladas del planeta, especialmente el en África subsahariana.

Nos encontramos ante una **oportunidad histórica para que en ese horizonte temporal no haya nadie en el planeta Tierra que no disponga de acceso a la energía eléctrica**. Por ello, la propia AIE⁶⁷ diseña un escenario de proceso de desarrollo sostenible que, en el horizonte 2030, se lograría el acceso 100% tanto a electricidad como una utilización de combustibles limpios para cocinar en lugar de uso casi único de leña con graves efectos actuales de deforestación y de muertes prematuras por contaminación ambiental doméstica. Los desarrollos tecnológicos y las características propias de las energías renovables, especialmente el viento y el sol, hacen muy económica y sencilla la implantación y explotación de este tipo de energía.

67. Agencia Internacional de la Energía (AIE): *International Energy Outlook. Informe Anual*, noviembre 2019, pág 86.

GRÁFICO V.1: ACCESO A ELECTRICIDAD Y COCINA SIN EMISIONES



Fuente: WEO 2019 (pag. 86)

Estas son las principales razones de por qué estamos ante una oportunidad que hasta ahora no existía.

- A) Las energías renovables han visto reducir sustancialmente sus precios, de manera que hoy se instalan sin ningún tipo de apoyo o prima sobre el precio de mercado de la energía convencional. Hace tan solo 10 años las ayudas necesarias más que duplicaban el coste de un MWh convencional.
- B) Es una energía distribuida, es decir, las placas solares, térmicas y fotovoltaica se instalan en cualquier espacio, tejado o terraza, adecuadamente orientados. No exige gran especialización para ello y no necesita de grandes redes de transporte y distribución para los usos ordinarios en muchas de esas poblaciones rurales aisladas. Las redes pueden y deben venir después con una adecuada planificación.
- C) Esta generación eléctrica no tiene coste variable a diferencia de la convencional. Esto es vital para el tipo de población que carece de acceso a esta energía. El coste de disponer de este bien tan esencial será gratis si su instalación está financiada con ayuda al desarrollo.
- D) Las instituciones más idóneas para llevar a cabo estas inversiones, que no suelen suscitar rechazo, son las ONGs que cuenten con algún personal especializado, juntamente con las autoridades locales o regionales de las zonas a dotar de este servicio básico y el Banco Mundial, dependiente de la ONU, para canalizar los fondos de manera controlada.
- E) Estas entidades no deberían tener dificultades para definir los usos más convenientes e inmediatos de la energía eléctrica renovable instalada: alumbrado de casas y principales espacios públicos, extracción de agua potable subterránea, calentar viviendas y locales vecinales, favorecer la

CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

implantación de servicios adecuados de carácter sanitario, educativo, cultural y deportivo. También deben formar parte de ese programa de ayudas a la instalación de generación eléctrica renovable el uso de pequeños electrodomésticos y el cocinar.

- F) Donde sea factible, y lo será en la mayor parte de los casos, se puede compaginar la energía solar con la eólica, que suele funcionar más de noche, lo que aligera los problemas de acumuladores.
- G) Puede ser de vital importancia aprovechar esas energías renovables para ganar en productividad en los cultivos locales agropecuarios y de hortalizas, incluyendo invernaderos.

Parece lógico, por tanto, que los gobiernos de esos países organicen sus recursos y los de ayuda al desarrollo que puedan llegar del resto del mundo para hacer accesible la electricidad a sus habitantes. En la actualidad se están construyendo centrales de carbón para generar energía eléctrica porque es más barato que otras tecnologías y también centrales de Gas Natural que proporciona seguridad de suministro con menos contaminación que el carbón. En ausencia de una generalización de la energía renovable apoyada desde los países desarrollados, estas nuevas centrales basadas en productos fósiles van a condicionar el futuro energético durante toda una generación con las consiguientes emisiones GEI. Por supuesto, que también están entrando las renovables, hidráulica, solar y viento, pero va a ser la tendencia de los próximos años la que nos va a indicar que se ha entrado de lleno en el nuevo escenario renovable y sostenible.

Otra de las manifestaciones de desarrollo de las áreas en desarrollo mencionadas va a ser la de la ampliación hasta popularizarse el automóvil. También aquí cabe preguntarse en qué proporción los ciudadanos de los países en desarrollo van a seguir el modelo tradicional del coche con motor de combustión interna, que está muy consolidado en prestaciones. Los gobiernos tratan de favorecer a la población subvencionando el combustible que en su práctica totalidad es fósil. En qué medida van a poder puentear ese escenario tradicional porque el desarrollo tecnológico facilite llevar el vehículo eléctrico a un precio y prestaciones homologables con el tradicional.

Nosotros opinamos que los desarrollos tecnológicos van a facilitar un crecimiento futuro de los países con menor nivel de desarrollo sin pasar, en gran medida, por los efectos colaterales de contaminación ambiental que han vivido los países desarrollados occidentales.

La transición energética que nos estamos planteando ahora en Europa proporciona las claves de por dónde debe ir el modelo de desarrollo de muchos pueblos del planeta. Y esas claves, que han sido descritas en los anteriores capítulos de este trabajo, dan fundamento y sentido a la disposición de la mayoría de los países con menor nivel de desarrollo para respaldar el Acuerdo de París y contribuir a contener las emisiones de GEI.

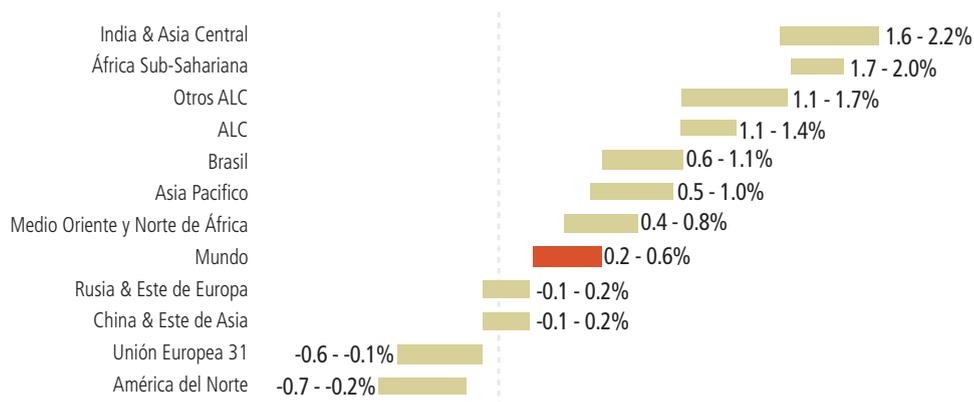
Las características propias de las nuevas energías renovables, como hemos mencionado, las hacen fácilmente accesibles con proyectos de pequeña dimensión y muy distribuidos para extender el uso

CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

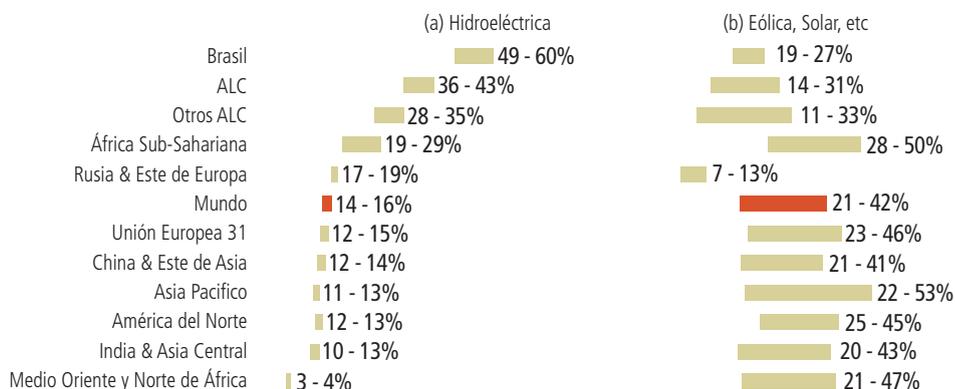
de la energía eléctrica a prácticamente todos los lugares. Así mismo, la generalización del automóvil y otros medios de transporte se hará en las próximas décadas sin necesidad de pasar necesariamente por el motor de combustión interna sino con electricidad. Es el proceso de electrificación creciente sobre bases renovables en todo el mundo el que va a salvar el planeta de una catástrofe ambiental irreversible. Pero esto exige una implicación mucho más intensa de los países desarrollados en la dotación a los países en desarrollo de las tecnologías e inversiones para que no haya nadie sin electricidad con fuentes renovables y se extienda también el transporte eléctrico. Es algo que deberían hacer los países desarrollados incluso por su propio interés y supervivencia.

GRÁFICO V.2: CRECIMIENTO DE LA DEMANDA Y GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA 2014-2060



CRECIMIENTO DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA 2014-2060



Fuente: Edwin Quintanilla: *El papel de las energías renovables en Latinoamérica ante el Cambio Climático*. Cuadernos de Energía ENERCLUB.

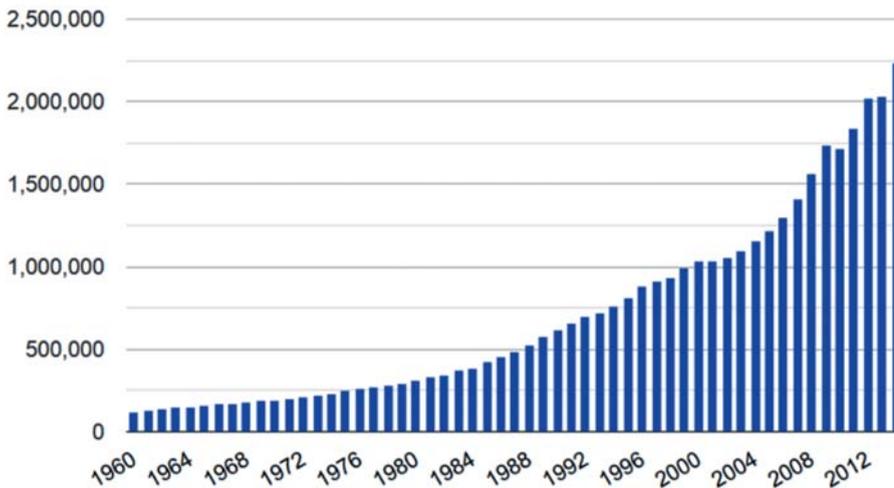
CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

El mayor problema reside en la duración de este período transitorio. Si no es suficientemente breve, bien por la insuficiencia o tardanza de los desarrollos tecnológicos esperados, bien por la falta de voluntad política o de liderazgo de los responsables políticos de los países en desarrollo, las inversiones que profundicen en el modelo convencional tardarán en amortizarse y nos alejaríamos de los objetivos de emisiones GEI planteados y respaldados por casi todos los países del planeta. En este sentido, parece oportuna una reflexión sobre tres áreas: India, África subsahariana y Latinoamérica, cuyo modelo energético en las próximas dos décadas va a condicionar el grado de sostenibilidad ambiental de todo el planeta.

INDIA

La India tiene una población de 1,36 miles de millones de habitantes, bastante similar a la de China, pero su PIB apenas supera el 20% de éste⁶⁸. No ha logrado alcanzar el ritmo de expansión de China durante las últimas décadas, y ello ha tenido su reflejo también en un menor ritmo de crecimiento de las emisiones de GEI, como puede observarse en el gráfico V.3 y comparación con el gráfico II.4. Su ritmo de crecimiento económico en los últimos años está siendo muy dinámico y las expectativas apuntan a que en el horizonte de 2040 su economía será más grande que la de Estados Unidos. Según un informe de PwC, el PIB de la India crecerá a un promedio anual del 4,9% durante las dos

GRÁFICO V.3: EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO2) EN LA INDIA



Fuente: theglobaleconomy.com

68. En 2018 el PIB estimado de India fue: 2.363,294 MEuros frente a 11.360.353 MEuros en China.

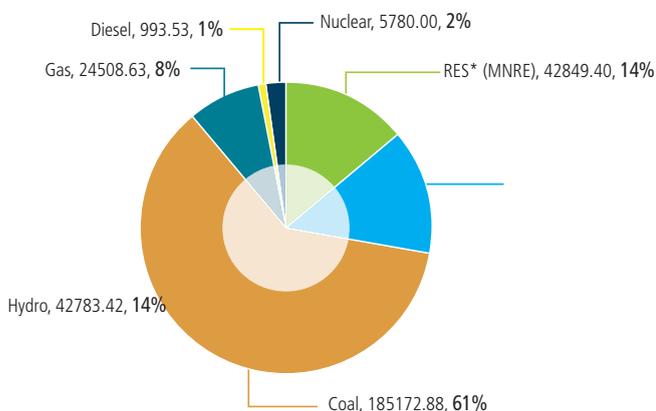
CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

próximas décadas, debido en una parte pequeña (14%) al aumento de la población y el resto es aumento de productividad propiciado por el cambio tecnológico.

Esa gran dimensión y el dinamismo económico de la India convierte en muy relevante para todo el planeta la cuestión del modelo energético que vaya a seguir. Los indicadores disponibles apuntan a que las autoridades y la sociedad de la India tienen una conciencia creciente de los impactos negativos del cambio climático y haya una clara apuesta por las energías renovables. Estas alcanzaron los 291 TWh en 2018, representando el 4,3% del total mundial en la generación eléctrica y crecieron en dicho año a un ritmo del 10,6%, tasa similar a la de China, que también está embarcada en un fuerte impulso a las renovables, y claramente superior a las de las otras áreas como Estados Unidos, Europa y resto del mundo.

Es digno de resaltar que el aumento de la generación eléctrica con energía renovable está sirviendo también para avanzar en el acceso universal a la energía eléctrica, de manera que, solo en 2018 casi 100 millones de personas lograron ese acceso a la electricidad por primera vez. En 2018 dispone de una capacidad instalada renovable, eólica y solar, de 70 GW (más del doble que la de España), se quiere llegar a los 175 GW en 2022 y a los 500 GW en el 2030. En este proceso la energía solar toma mucha ventaja sobre la eólica, esta última se pretende que llegue a los 60 GW en 2022 y a 140 GW en 2030. Se están dando grandes pasos también en ahorro energético con la sustitución masiva de las luminarias por LED, utilizando empresas de servicios energéticos que están muy activas. Se calcula que el ahorro va a representar el equivalente a 20.000 MW de energía eléctrica instalada.

GRÁFICO V.4: MIX ENERGÉTICO EN LA INDIA



Fuente: Government of India. Central Electricity Authority: Draft National Electricity Plan. December. 2016.

CAPITULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

Con todo, es evidente que la economía de la India se desenvuelve con una energía primaria donde el protagonismo lo asume el carbón, con el 58%, seguido del petróleo con el 28% y el gas con el 7%. La India tiene una gran dependencia energética exterior de manera que es el tercer mayor importador de petróleo del mundo y, aunque es un gran productor de carbón, también se posiciona como el segundo mayor importador del mismo.

Esta mix de tecnologías de energía primaria en la India tiene inevitablemente consecuencias importantes para las emisiones de GEI, que alcanzaron en 2018, según la AIE, los 2.299 MtCO₂ con aumento del 4,8% sobre el año anterior y ya representan el 6,94% del total mundial. Podemos comprobar que las emisiones en la India representan solo la cuarta parte de las de China (9.481 MtCO₂, el 28,61% del total mundial). Cabe confiar —porque de lo contrario sería catastrófico para la sostenibilidad ecológica del planeta— que la convergencia en nivel de vida de la población de la India con la de China no signifique una convergencia también en nivel de emisiones de GEI. Esto es exactamente lo que se trata de evitar con el nuevo modelo de desarrollo sostenible. La legislación y la opinión de los políticos de la India están en la línea de plantear objetivos ambiciosos de penetración de renovables en la generación eléctrica y en la mayor electrificación que va a representar el crecimiento económico y la movilidad sostenible que vaya sustituyendo a la del motor de combustión convencional. Es posible que la India sea el primer gran país que logre dar el paso hacia el pleno desarrollo económico con el protagonismo del nuevo modelo energético más sostenible, sin pasar por la pendiente de la curva de emisiones de GEI registrada por las grandes áreas que la han precedido en el desarrollo económico y nivel de vida, en particular la de China.

ÁFRICA

El otro área mencionada es África. Fatih Birol, director ejecutivo de la AIE, ha afirmado⁶⁹ que “hay todavía al menos 600 millones de personas en África que permanecen sin acceso a la electricidad”. Esa cifra representa el 57% de la población, la mayoría (80%) en zonas rurales. Esto hace que más del 70% de la población, unos 900 millones, utilicen casi de manera exclusiva leña para los usos domésticos habituales como cocinar, con dos efectos negativos muy graves: deforestación masiva y unas 500 mil muertes prematuras al año por la contaminación ambiental doméstica.

Habida cuenta lo esencial que resulta la electricidad para una vida mínimamente digna, no creemos que exista urgencia mayor para la comunidad internacional que afrontar este reto conjuntamente con las autoridades locales. Es esperanzador, al menos, que la propia AIE prevea que el 60% de esos africanos va a tener acceso a la electricidad y será a través de las energías renovables, la mitad gracias a la fotovoltaica, antes de 2030. En esta misma línea esperanzadora, el programa *Lighting Africa*,

69. IEA high level meeting on African s Energy Outlook, abril 2019.

patrocinado por el Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional (IFC), para fomentar el uso de la energía renovable, afirma que en los últimos 5 años al menos 25 millones de africanos han accedido a la energía solar y estima que alcanzará los 250 millones en el año 2030.

La estrategia energética futura de África va a estar condicionada por una serie de factores entre los que interesa destacar dos:

- Es el continente con más rápido crecimiento a escala planetaria. El 50% del aumento de la población mundial de aquí a 2040 será africano.
- La mayoría de esa población irá a zonas urbanas. El fenómeno de la urbanización, que es mundial y que en nuestros días en nuestro país nos lleva a hablar de la "España Vacía", es el mayor a escala mundial y subirá en 600 millones en las próximas dos décadas.

Estos dos fenómenos, aumento rápido de población y creciente urbanización, van a traer consigo de manera inevitable un fuerte aumento de la demanda de energía, que hoy ya está creciendo a doble ritmo que el promedio mundial. Ese aumento se manifiesta sobre todo en tres grandes frentes:

- Usos domésticos, incluido el aire acondicionado, especialmente exigido por el clima en grandes áreas de ese continente.
- Usos industriales por el lógico deseo de todos esos países de ampliar su tejido industrial y que hoy choca con el hecho de que en torno al 80% de las compañías existentes sufren frecuentes cortes de energía provocando cuantiosas pérdidas.
- El evidente aumento elevado de la movilidad con el crecimiento de la población urbana y la mejora esperada de las infraestructuras.

A partir de esos hechos cabe concluir que el modelo energético dominante a seguir en África en los dos próximos decenios va a tener un impacto relevante en la contaminación y el desarrollo sostenible a nivel planetario. Los análisis actuales, entre otros los de la AIE, parten del convencimiento de que los recursos naturales de los que dispone el continente africano y las mejoras tecnológicas existentes a nivel mundial en el ámbito energético, particularmente en las energías limpias, van a permitir que dicho continente alcance un modelo de crecimiento económico menos intensivo en emisiones de gases de efecto invernadero que muchas otras partes del planeta. África dispone de grandes ventajas en energías renovables, particularmente la solar, en Gas Natural y en materias primas estratégicas para el desarrollo sostenible. El punto de partida es, sin embargo, muy lamentable; a título de ejemplo, en materia de Gas Natural contrasta el hecho de que la participación de este producto en el mix energético es de los más bajos del mundo y, sin embargo, representa el 40% de los descubrimientos de gas a nivel mundial en esta década. Por otra parte, siendo África el área más rica del mundo en energía solar, solo tiene instalados 5 GW, menos del 1% de la capacidad global y similar a la que tiene instalada Holanda. Hay 39 países en África que disponen de una radiación solar que duplica la de Alemania, por citar un país que ha puesto mucho empeño en la implantación de la tecnología fotovoltaica.

CAPÍTULO V · EL ACCESO UNIVERSAL AL DESARROLLO CON ENERGÍAS RENOVABLES

El desarrollo tecnológico y la bajada de precios de los equipos hacen mucho más accesible la energía fotovoltaica que hace tan solo 10 años cuando España llevó a cabo un costosísimo despliegue de esta tecnología. Según el Informe Solar en África: costes y mercados de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), desde 2009 a 2015, el coste de los módulos solares bajó un 80% y el precio seguirá bajando otro 57% hasta 2025. Por ello, el Secretario General del Consejo Mundial de Energía (WEC) insta a aprovechar cuanto antes el descenso general del precio de las energías renovables.

Hay, por tanto, oportunidades enormes para la energía solar en la franja central de África. En otros países, como la República Democrática del Congo (RDC) o Etiopía, destacan por sus grandes presas hidroeléctricas, como la de Inga y las de Renacimiento, respectivamente. Ahora bien, la energía hidroeléctrica requiere en general grandes inversiones que deberán estar asociadas a industrias o centros poblacionales que faciliten la financiación y también serán necesarias alianzas entre países. En este sentido, deberían estar activas las dos grandes comunidades de países: la Comunidad Económica de Estados de África Occidental (CEDEAC) y la Comunidad para el Desarrollo de África Meridional (SADC), es decir, la integración regional que beneficiaría a todos. Cabe resaltar, por último, que dispone de importantes reservas de tecnologías cruciales para la energía sostenible, como el cobalto y platino. En particular, el Congo da cuenta de dos tercios de la producción mundial de cobalto y Sudáfrica produce el 70% del platino del mundo.

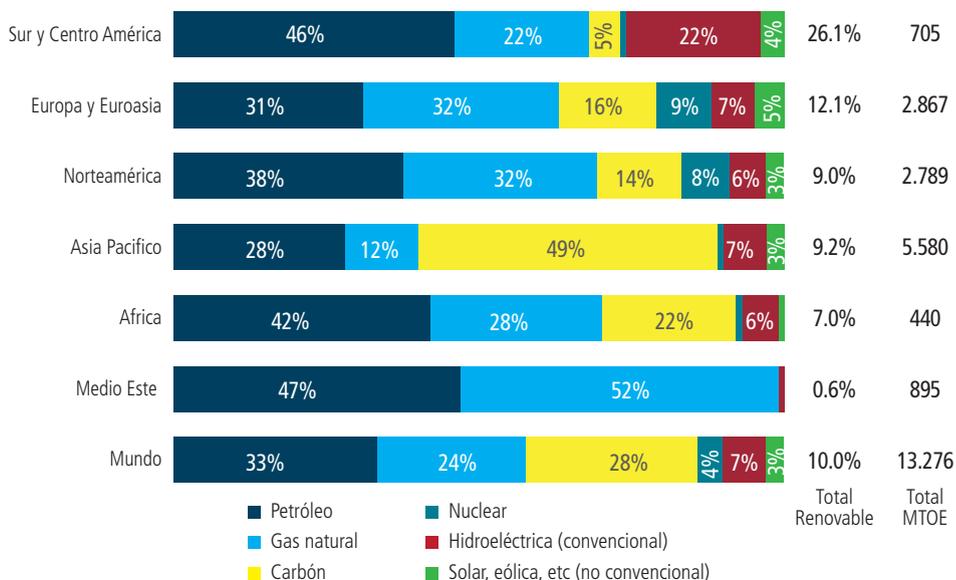
El contraste entre el punto de partida tan modesto en desarrollo económico y uso de la energía y el potencial tan enorme que dispone este gran continente en todo lo relacionado con el desarrollo sostenible ha motivado que la Agencia Internacional de la Energía haya decidido elaborar un informe realmente extenso (288 páginas) titulado *Africa Energy Outlook, Special Report*, hecho público en noviembre de 2019, al que nos remitimos por su enorme interés.

AMÉRICA LATINA

Desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental, la situación energética de América Latina es claramente más positiva que las otras regiones del planeta. Es la que dispone de más alto porcentaje de energías renovables sobre el total de energía primaria, el 26,1%, seguida a menos de mitad del camino por Europa con el 12,1%. También debe resaltarse que es la región que menos uso hace del carbón, solo el 5%.

Es digno de resaltar, por último, que en las renovables la hidroeléctrica acapara el dominio absoluto, como puede verse en el gráfico adjunto. Sin embargo, hoy se insiste poco en esta renovable convencional, porque los análisis para el desarrollo sostenible se centran en las "nuevas" renovables como la eólica y la solar. Conviene apuntar también que la hidroeléctrica, además de tener las virtudes de

GRÁFICO V.5: MATRIZ ENERGÉTICA POR REGIONES DEL MUNDO



Fuente: Edwin Quintanilla: *El papel de las energías renovables en Latinoamérica ante el Cambio Climático*. Cuadernos de Energía ENERCLUB.

las nuevas renovables, dispone de gran inercia y está ausente la intermitencia o variabilidad de la eólica. Es cierto que no se puede hablar de América Latina como de un todo homogéneo, siendo de resaltar por el protagonismo de la energía hidroeléctrica Brasil con el 29%; Colombia, 26%; Ecuador, 23%; y Perú, 21%.

Las expectativas apuntan a una continuación en el liderazgo mundial de Latinoamérica en generación hidroeléctrica y que se afianzará en la primera posición mundial en el total de renovables con la expansión esperada de la eólica y solar. Esta región no tiene una política energética homogénea, pero se están extendiendo los mecanismos correctos competitivos de mercado, vía subastas, para las nuevas renovables y abaratamiento sustancial de precios medios, por debajo de las energías convencionales lo que añade buenos augurios.

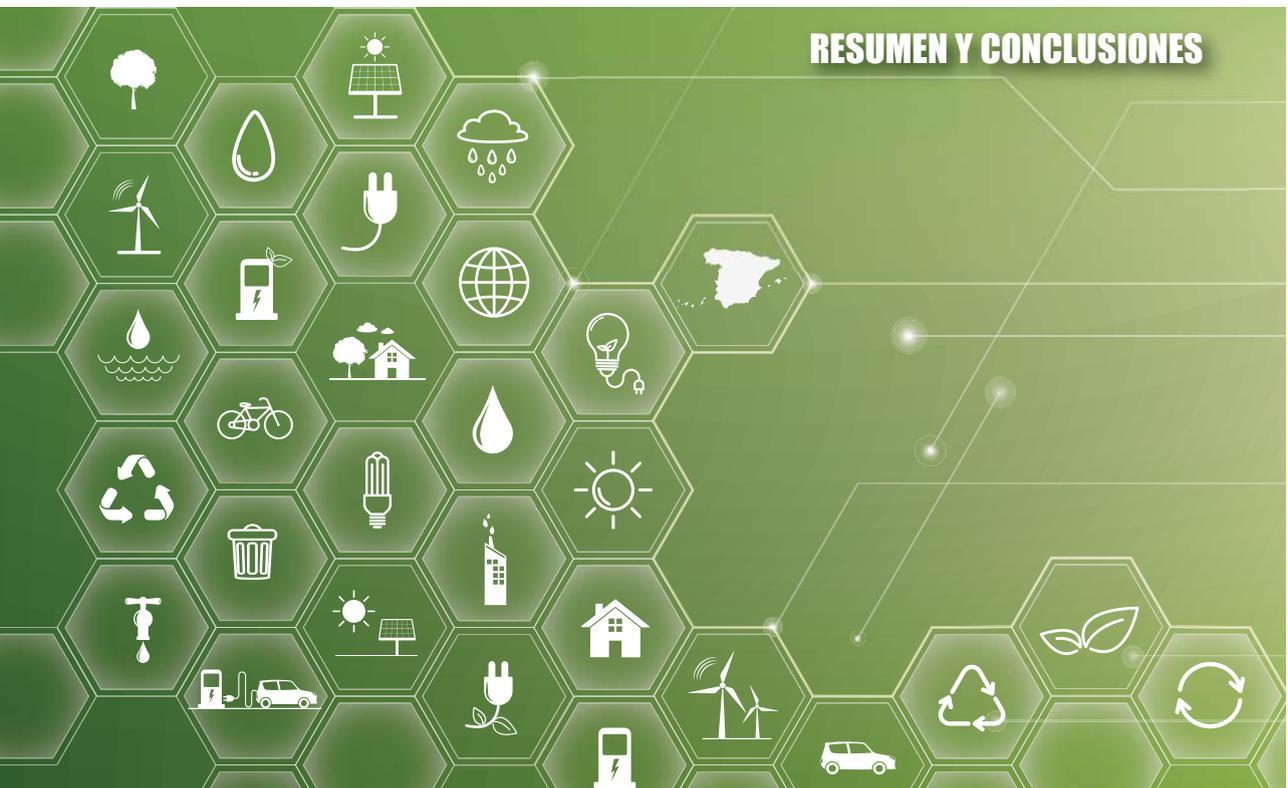
El gran desafío que tiene América Latina, como todos los países en desarrollo del mundo, consiste en mantener un gran dinamismo económico, reduciendo el peso de los productos fósiles, sobre todo el petróleo, sobre la base de una mayor electrificación del transporte, unos usos industriales menos contaminantes y seguir alcanzando mayores niveles de eficiencia energética.

Energía y desarrollo económico sostenible

LA GRAN OPORTUNIDAD PARA ESPAÑA

JOSÉ FOLGADO BLANCO

RESUMEN Y CONCLUSIONES



economistas
Consejo General

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Partiendo del supuesto del reconocimiento prácticamente universal de que se está caminando hacia una crisis climática, puesto de manifiesto en el Protocolo de Kioto en 1997 y en la Cumbre sobre Clima de París en diciembre de 2015, el presente trabajo ha pretendido profundizar en la respuesta que, desde el punto de vista energético, se está dando en las principales regiones y países del planeta, con especial atención a Europa y, dentro de ella, a nuestro país.

Este trabajo se presenta como una llamada de atención fundada sobre el grave riesgo a que está sometida la sostenibilidad ambiental y, como consecuencia, el crecimiento económico y el desarrollo del bienestar a nivel planetario. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con niveles considerados ya muy nocivos por sus consecuencias para el calentamiento global, no saben de aduanas y aranceles. Por ello, su análisis, valoración y propuestas de corrección solo pueden ser planteadas, para ser eficaces, en ese mismo plano mundial.

Durante las últimas décadas abundan los estudios universitarios sobre las externalidades negativas, sobre todo en forma de emisiones contaminantes del aire y del agua, y los instrumentos más apropiados para paliar o eliminar las graves ineficiencias que generan en el sistema socioeconómico. La sensibilidad política internacional sobre el problema del medio ambiente ha tenido dos importantes referencias: el llamado Protocolo de Kioto, firmado por 129 países en 1997 y el Acuerdo de París, respaldado por 193 países, en diciembre de 2015, ambos bajo la iniciativa de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Es clara la voluntad de tomar decisiones para reencauzar la política socioeconómica hacia un desarrollo más sostenible.

Hemos considerado oportuno contrastar aquella manifestación de inquietud intelectual y política a nivel planetario sobre este tema, con las estrategias reales que están manteniendo sobre todo las grandes áreas geográficas que ejercen un evidente protagonismo económico y tecnológico mundial, como Estados Unidos, China y la Unión Europea. Estos tres ámbitos geográficos representan un tercio (32,3%) de la población mundial y son responsables de más de la mitad (el 55,2%) de las emisiones de GEI de todo el Planeta. El modelo de desarrollo seguido a lo largo del último siglo ha aportado bienestar para sus habitantes, pero es clara y reconocidamente insostenible.

China es el mayor emisor de GEI con el 28,6% del total mundial, pero también es el país que con mayor decisión está planteando una estrategia de cambio hacia un modelo más sostenible: sustitución masiva de carbón (en 2018 consumió el 51,3% del total del Planeta, pero ha mandado parar la construcción de otras 103 plantas) por gas, y apuesta firme por las nuevas tecnologías y por medidas administrativas y fiscales para el despliegue de las energías renovables y la sustitución de vehículos de combustión convencional por eléctricos e híbridos.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Estados Unidos es el mayor emisor de GEI por habitante, más del doble que China y casi el triple que Europa, a pesar de la reducción del uso de carbón, por la utilización masiva del petróleo y el gas, favorecida además en los últimos años por la nueva tecnología del *fracking*. A pesar del escepticismo mostrado por el Presidente Trump sobre el carácter antropogénico del cambio climático, se están manteniendo los incentivos fiscales a la inversión en renovables, a lo que se añaden medidas administrativas, financieras y fiscales por parte de algunos estados y ciudades para incentivar un uso más sostenible de la energía. El mayor peligro para alcanzar un desarrollo socioeconómico sostenible en el medio y largo plazo, no solo en Estados Unidos sino a nivel planetario, está en el comportamiento del sector del transporte, el de mayores emisiones de CO₂. Resulta muy preocupante que la EIA (Agencia oficial de información energética de Estados Unidos) en su informe de 2019 prevea una mínima reducción del 5% en la intensidad de emisiones de CO₂ en el horizonte de 2050 para este sector del transporte, lo que significa que no hay proyecciones de entrada masiva de la electrificación en este sector, sino que *“el petróleo intensivo en emisiones de GEI permanecerá siendo la principal fuente energética de los vehículos en todo este período”*.

Europa es, sin duda, el área desarrollada que ofrece el mejor balance en términos de reducción de emisiones de GEI e implantación de renovables. En particular, a nivel de UE se ha fijado una estrategia clara a lo largo de este siglo y particularmente con el mencionado “paquete de invierno” (*Energía Limpia para Todos los Europeos*) de 2016. En este trabajo no hacemos cuestión de la mencionada estrategia de esas tres grandes áreas, que consideramos acertada en términos generales, sino de la capacidad y voluntad de los países y regiones para dar continuidad a la misma aún en circunstancias macroeconómicas adversas, como tantas otras veces ha sucedido. En el caso de la Unión Europea, además, la traslación de su estrategia energética y ambiental a todo el territorio descansa en unos planes nacionales de energía y clima, que debe elaborar cada país, y cuyos planteamientos y ejecución deben guardar coherencia con el conjunto de objetivos comunitarios.

Este trabajo dedica especial atención, como es obvio, a España en cuanto a que es miembro de la UE y enmarcado dentro de su política energética. Después de realizar un breve perfil histórico de la política energética aplicada, con sus luces y sus sombras, se centra en el análisis y valoración de los objetivos y medidas, que en la actualidad están planteados en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2021-2030) enviado, como han hecho los demás países, a las Instituciones Comunitarias. El primer gran objetivo que se plantea es el de una reducción importante y cuantificada de emisiones GEI para el horizonte 2030. En realidad, este descenso programado de emisiones en la tercera década del siglo es como una profundización en la línea mantenida desde 2005, tras un largo período desde finales de los años 80 en el que se produjo un fuerte aumento de las emisiones en nuestro país, ligado al importante crecimiento registrado en el PIB y a la consiguiente demanda de energía, sobre todo por el aumento de los equipamientos sociales de vivienda y vehículos automóviles. Se plantea una reducción de emisiones hasta 2030 del entorno de 100 millones de toneladas de CO₂ equivalente, que cabe calificar de importante y necesaria en relación con los objetivos de desarrollo

sostenible. Nos parece que también es coherente con los objetivos que, a su vez, se plantean en materia de despliegue de energías renovables, por un lado, y de eficiencia energética, por otro, especialmente en el ámbito residencial, el de servicios y los electrodomésticos.

El aumento de generación eléctrica con fuentes renovables no se produce solo porque los parques eólicos y la energía solar vengan a sustituir al carbón, que prácticamente desaparece en el horizonte 2030, y de parte de la nuclear, al vencer su vida programada, sino también y sobre todo por una enorme ampliación de la capacidad instalada, que pasa del orden de los 104 mil MW en que se ha mantenido estancada durante los últimos años, a superar los 156 mil MW en 2030. Además, la parte de capacidad instalada de origen renovable pasa del actual 50% al 74% programado para el 2030. Esta cifra es coherente con el objetivo comprometido de cuota renovable sobre energía final fijada en el 42%, diez puntos superior a la cuota planteada a nivel europeo. El aumento espectacular del 50% planteado en la capacidad eléctrica instalada hasta 2030 es claramente superior a cualquiera de los escenarios que contempla, a nuestro juicio con mayor realismo, la Comisión de Expertos de Transición Energética en su excelente documento sobre *Análisis y Propuestas para la Descarbonización*. En el PNIEC se plantean también grandes diferencias con el documento de la Comisión de Expertos en cuanto al despliegue de las distintas tecnologías renovables, dándole aquel mucho más protagonismo a la expansión eólica y menos a la fotovoltaica, no suficientemente explicado

Es notable, por otra parte, la incertidumbre que rodea todavía al desarrollo tecnológico relativo a las baterías que proporcionen autonomía y coste competitivo a los vehículos eléctricos para que estos sean competitivos y puedan tener la penetración en el mercado con la intensidad que justifique el aumento de demanda eléctrica coherente con aquel crecimiento asombroso de la capacidad instalada.

La aplicación plena del PNIEC exige un volumen de inversión de 236.124 millones de euros, correspondiendo al sector privado el 80% de mismo. La movilización de tal cantidad de recursos financieros, necesaria para dar credibilidad a todo el plan, plantea ciertas exigencias de estabilidad regulatoria y rentabilidad razonable que proporcionen un marco general de confianza. El interrogante, que es obligado plantear, es el de saber en qué medida el gobierno en la elaboración del mencionado plan ha consultado y tenido en cuenta las opiniones de empresas, organismos e instituciones implicados o afectados, es decir de los *stakeholders*. En esta materia, la European Climate Foundation nos coloca en los últimos lugares en un estudio que ha hecho de todos los Planes elaborados y entregados por los países miembros de la UE, lo que ensombrece la excelente calificación obtenida en cuanto a la adecuación de objetivos y las medidas planteadas. La creación de confianza inversora se tiene que basar en una política de transparencia y compromiso de información y diálogo. Y también en una buena gobernanza, es decir, credibilidad en el seguimiento y evaluación de las medidas adoptadas en todo el proceso, con la explicación y corrección en su caso de las desviaciones.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Por ello, de cara a la prevista Ley de Cambio Climático y Transición Energética resulta prioritaria una acción de explicación transparente y detallada de los escenarios, objetivos y políticas que encierra el PNIEC y escuchar a los protagonistas implicados, sobre los que se desea que tomen unas decisiones inversoras muy importantes para que hagan viable todo el plan.

Deben clarificarse diversos aspectos entre los que destacamos las mejoras necesarias en la fiscalidad de la energía, muy dispersa entre las tres administraciones, que favorezca las inversiones e impulse la asunción del coste de las emisiones. También es necesario revisar los peajes de la tarifa eléctrica, algunos de los cuales –como explica el documento de la Comisión de Expertos– deben residenciarse fuera de la misma porque no son un coste directo de generación y suministro eléctrico a ciudadanos y empresas. Estas dos cuestiones a replantear, fiscalidad y peajes, son muy importantes para que la energía se convierta en una aliada de la competitividad de las empresas y del bienestar de las personas.

España tiene la gran oportunidad de ganar en bienestar con la aplicación del nuevo modelo plasmado en la transición energética, porque se reduce la dependencia energética exterior, y existen condiciones geográficas y climáticas favorables. Asimismo, nuestro país posee un buen nivel tecnológico y organizativo, necesario para el despliegue masivo de unas energías renovables más limpias, más baratas y ampliamente distribuidas, en las que el consumidor puede ser también generador. El desarrollo de las redes de distribución inteligentes y bidireccionales resulta básico y es perfectamente factible. También resulta necesario y el gobierno debe exigir que se cumpla el objetivo comunitario de ampliar las interconexiones eléctricas para lograr un auténtico mercado interior de la energía.

Europa en general, y España en particular, pueden ganar en bienestar con el modelo energético rediseñado para un sistema económico más sostenible. Pero, como se afirmaba anteriormente, se trata de un problema planetario y la respuesta debe ser global. Por ello, resulta necesario observar, aunque sea con la concisión que se realiza en este trabajo, cuál está siendo la estrategia energética seguida por esas otras grandes áreas en desarrollo del planeta, que representan los otros dos tercios de la población mundial.

Los países en desarrollo aspiran lógicamente a un nivel de vida y bienestar homologable con el de los países desarrollados, y, por tanto, cabe esperar un fuerte aumento de la demanda energética en las próximas décadas. El modelo que sigan en la generación eléctrica y en el transporte va a condicionar fuertemente el devenir del desarrollo sostenible del planeta. Hay todavía 862 millones de personas en esas áreas –particularmente en África subsahariana y en menor medida en ciertas zonas de Asia, incluida la India– sin acceso a la energía eléctrica. Va a resultar esencial que el fuerte aumento de la oferta eléctrica durante las próximas décadas se realice sobre fuentes renovables, sustituyendo progresivamente al carbón que es mayoritario en la actualidad, salvo en algunos países de África y Latinoamérica donde afortunadamente predomina la hidroeléctrica.

La gran incógnita se produce, por otra parte, en el modelo de transporte que se vaya configurando. No habrá solución al problema del clima si los países en desarrollo, por falta de alternativas convincentes, imitan el modelo energético tradicional del mundo desarrollado occidental, en el que la energía se produce todavía en proporción importante con fuentes emisoras de GEI y se generalice el despliegue y uso de los vehículos de combustión convencional, siendo clave a estos efectos el desarrollo tecnológico en curso para lograr vehículos eléctricos con niveles competitivos de coste y prestaciones.

Va a ser, en gran medida, el proceso de electrificación creciente sobre bases renovables en todo el mundo el que puede salvar el planeta de una catástrofe ambiental irreversible a lo largo del siglo XXI. Habrá que seguir de cerca el desarrollo tecnológico relacionado con la producción, almacenamiento y uso del hidrógeno como fuente de energía limpia y competitiva, sobre todo en los ámbitos residencial y del transporte. Hasta ahora las expectativas se ha visto frustradas, pero la AIE ha publicado un amplio informe en junio de 2019 en el que opina que esta vez puede ser diferente en cuanto al desarrollo e implantación de la tecnología del hidrógeno, aunque es previsible que con poca significatividad todavía en el horizonte 2030.

En la primera mitad de este siglo se dilucida buena parte de las bases del desarrollo sostenible de todos los pueblos de la tierra, incluyendo áreas no contempladas en este estudio, como los otros residuos no energéticos, especialmente los plásticos, las emisiones de metano del mundo animal, la repoblación forestal para la absorción de CO₂, etc. Si no se hacen los deberes, algunos se verán afectados negativamente por el cambio climático en mayor medida que otros y España no está entre los mejores.

PRINCIPALES ACRÓNIMOS UTILIZADOS

AEPIBAL Agrupación Empresarial para promover el uso de pilas de combustible.

AIE Agencia Internacional de la Energía. IEA, por sus siglas en inglés.

BATTERYPLAT Plataforma Tecnológica Española de Almacenamiento de Energía.

CCNN Centrales Nucleares.

CECRE Centro de Control de Energía Renovable de REE.

CEDEAC Comunidad Económica de Estados de África Occidental.

CNMC Comisión Nacional de los Mercados y de la Competencia.

CORES Corporación de Reservas Estratégica de Productos petrolíferos.

DIE Directiva de Imposición Energética.

ETS Sigla en inglés referida a Sistema de Derechos de Emisión.

EEE Espacio Económico Europeo.

FUTURED Plataforma Tecnológica de Redes de Futuro.

FCH JU Iniciativa Tecnológica Conjunta en Hidrógeno y Pilas de Combustible de la Comisión Europea.

GEI Gases de Efecto Invernadero.

GIA Grupo Interplataformas de Almacenamiento de Energía.

GNL Gas Natural Licuado.

IDAE Instituto para la diversificación y el Ahorro de la Energía.

IEDMT Impuesto Especial sobre Determinados Medios de Transporte.

IFC Corporación Financiera Internacional.

IPCC CRF Intergovernmental Panel on Climate Change. Tabla Inventario de Emisiones del Ministerio de Transición Ecológica.

ITER Sigla en inglés para designar el Reactor Experimental Termonuclear Internacional.

IVTM Impuesto Local sobre Vehículos de Tracción Mecánica.

MIBEL Mercado Ibérico de la Electricidad.

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible (de las Naciones Unidas).

REFERENCIAS ESTADÍSTICAS, DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS

- PAREER Programa de Renovación de Edificios.
- PMUS Planes de Movilidad Urbana Sostenible.
- PNIEC Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.
- PTT Planes de Transporte al Trabajo.
- RCDE-UE Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea.
- REE Red Eléctrica de España.
- SADC Comunidad para el Desarrollo de África Meridional.

REFERENCIAS ESTADÍSTICAS, DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de la Energía (AIE): *Global Energy & CO2 Status Report*. 2019.
- Agencia Internacional de la Energía (AIE): *World Energy Outlook*. 2018 (WEO2018) y WEO2019.
- Agencia Internacional de la Energía (AIE): *The Future of Hydrogen. Seizing today´s opportunities. Report prepared by the IEA for the G20*, Japan. June, 2019. Véase también dos Special Report: *Africa Energy Outlook* (288 págs) y *Offshore Wind Outlook* (98 Págs), ambos de noviembre de 2019.
- World Economic FORUM: *Fostering Effective Energy Transition*. March 2018.
- Naciones Unidas: Resolución sobre Agenda 2030. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 2015, e informes de seguimiento, 2018.
- BP: *Statistical Review of World Energy*. 2018.
- Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES): *Annual Statistical Report*. 2018.
- European Climate Foundation: *Planning for Net Zero: Assessing The Draft National Energy and Climate Plans*. May, 2019.
- UNECE - The United Nations Economic Commission for Europe: *Convention on Access to Information, Public Participation on Decision-Making and Access to Justice on Environmental Matters*.

REFERENCIAS ESTADÍSTICAS, DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS

- U.S. Energy Administration: *Annual energy Outlook*, 2019.
- Government of India. Central Electricity Authority: *Draft National Electricity Plan*. 2016.
- Foro de Industria Nuclear: Publicación estadística anual referente al ámbito energético y medioambiental de España.
- Red Eléctrica de España (REE): Información estadística del sector eléctrico.
- Ministerio de Transición Ecológica: *Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*. Edición 2019 (Serie 1990-2017).
- Ministerio de Transición Ecológica: *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*. 2019.
- Ministerio de Defensa: *Energía y Geoestrategia. 2017 y 2018*. Informes anuales de expertos, promovidos por el Instituto de Estudios Estratégicos, el Comité Español del Consejo Mundial de la Energía y el Club Español de la Energía.
- Comisión de Expertos de Transición Energética: *Análisis y Propuestas para la Descarbonización*, abril, 2018.
- Comisión de Expertos para la Reforma del Sistema Tributario Español. *Informe Lagares*, febrero 2014 (Véase el Capítulo VI sobre la reforma de la Imposición Especial y Mediambiental) (pp.317-348).
- Unión Europea: *Energía Limpia para Todos los Europeos*. Noviembre, 2016.
- The Economist: *The Geopolitics of Energy*. March, 17th, 2018
- The Economist: *Chinese Mobility*. April, 6th, 2019
- The Economist: *Corporate Climate resilience*. Feb. 23th, 2019
- Monitor Deloitte: *Un Modelo de Transporte Descarbonizado para España en 2050. Recomendaciones para la transición*. Marzo, 2017
- Monitor Deloitte: *Hacia la Descarbonización de la Economía: la Contribución de las Redes a la Transición Energética*. Febrero, 2018.
- Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM): *El Sector Energético Frente a los Retos de 2030*. Simposio Empresarial internacional. 2016. Cívitas y Thomson Reuters.
- Andris Pielbalgs: *Actuaciones de la Unión Europea en favor de una Energía Sostenible para Todos*. Cuadernos de Energía, nº41. ENERCLUB, 2013.

REFERENCIAS ESTADÍSTICAS, DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS

- Antonio González García-Conde: *Tecnología del Hidrógeno en la Transición Energética. Una gran oportunidad para España*. Cuadernos de Energía, nº 59, junio 2019. Enerclub.
- Benjamín K. Sovacool: *Visions of Energy Futures. Imagining and Innovating Low-Carbon Transitions*. Routledge, New York, 2019.
- Carlos Sallé: *Riesgos y Oportunidades en la Transición Energética y el Cambio Climático*. Conferencia en la UAM. 6 mayo 2019.
- David Wellage-Wells: *The Uninhabitable Earth. Life After Warming*. Tim Duggan Books. 2019.
- Edwin Quintanilla: *El Papel de las Energías Renovables en Latinoamérica ante el Cambio Climático*. Cuadernos de Energía, nº58. ENERCLUB. Marzo, 2019.
- Gonzalo Escribano: *Energías Renovables y Renovación de la Geopolítica*. En *Energía y Geoestrategia*, 2017 (obra citada).
- Günter H. Oettinger: *El Futuro de la Energía*. Cuadernos de Energía, nº41, 2013. ENERCLUB.
- James Pennington: World Económico Fórum. Febrero, 2017.
- Jeremy Rifkin: *La Economía del Hidrógeno*. Paidós. 2002.
- Joan Martínez Alier y Jordi Roca Jusmet: *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. Reimpresión 2018.
- Juan Carpizo, Eugenia Montaña y Teresa Checa: *La Fiscalidad Energética. Sentido, Objetivos y Criterios de Aplicación*. Fundación Naturgy. 2019.
- Luis Manuel Santos Moro: *BatteryPlat, la Plataforma Tecnológica Española de almacenamiento de Energía*. Cuadernos de Energía, nº 59, junio 2019. ENERCLUB.
- María Luisa Castaño: *Economía Circular: del concepto a la oportunidad en el ámbito energético*. Cuadernos de Energía, nº 59. Junio, 2019. ENERCLUB.
- Miguel Arias Cañete: *Por una Europa Moderna, Competitiva y Sostenible*. "El Mundo", 15/Mayo/2019.
- Miguel Buñuel González: *El Uso de Instrumentos Económicos en la Política de Medio Ambiente*. Consejo Económico y Social (CES). Colección Estudios. 1999.

REFERENCIAS ESTADÍSTICAS, DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS

- Miguel de la Torre Palacios y J. Antonio Espí: *Predicción del Comportamiento en el Suministro Seguro de los Metales de Interés Energético: La actualidad del litio, cobalto y grafito*. Real Instituto Elcano. 10 septiembre, 2018.
- Miguel Sebastián: *Algunas Reflexiones sobre la Situación Energética*. Cuadernos de Energía, nº41. 2013.
- Michael Jacobs: *La Economía Verde*. Icaria, Barcelona, 1997. Original *The Green Economy*, 1991.
- Pedro Miras: *Seguridad de Suministro en los últimos 10 Años. Crisis Internacional, Posición de España*. Cuadernos de Energía, nº41. 2013.
- Peter Kalmus: *Cambio Climático: la Humanidad en la Encrucijada*, en OpenMind, edición 2019.
- Vicente López-Ibor Mayor, editor: *Clean Energy Law and Regulation. Climate Change, Energy Unión and International Governance*. Wildy, Simmonds & Hill Publishing. 2017.
- Xiaoxue Weng, Zhanfeng Dong, Qiong Wu and Ying Qin: *Chinas Path to a Green Economy*. International Institute for Environment and Development. February, 2015.

EDITA: CONSEJO GENERAL DE ECONOMISTAS DE ESPAÑA

Depósito Legal: M-28138-2020

ISBN: 978-84-86658-97-7

Diseño y maquetación: desdezero, estudio gráfico

Impresión: Gráficas Menagui

No está permitida la reproducción total o parcial de este estudio, ni su almacenamiento o transmisión por ningún medio (electrónico, mecánico, grabación, fotocopia, etc.) sin permiso previo del editor.

