

Proyecto Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial



Revisión del impacto socioeconómico de las
energías renovables en el mercado eléctrico español

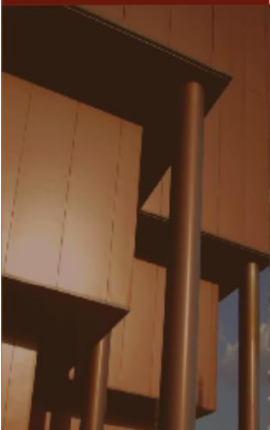
Autor: Héctor Ulises Rodríguez Pérez

Tutores: Manuel Burgos Payán

Juan Manuel Roldán Fernández

Dpto. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Proyecto Fin de Máster
Máster en Ingeniería Industrial

Revisión del impacto socioeconómico de las energías renovables en el mercado eléctrico español

Autor:

Héctor Ulises Rodríguez Pérez

Tutores:

Manuel Burgos Payan

Juan Manuel Roldán Fernández

Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Proyecto Fin de Máster: Revisión del impacto socioeconómico de las energías renovables en el mercado eléctrico español

Autor: Héctor Ulises Rodríguez Pérez
Tutores: Manuel Burgos Payan
Juan Manuel Roldán Fernández

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El secretario del Tribunal

RESUMEN

En este proyecto fin de Máster se realiza un análisis del estado actual del sector eléctrico de España y el impacto socioeconómico de las energías renovables en el mercado, así como el estudio de las tendencias futuras.

La metodología aplicada es el análisis cualitativo-descriptivo sobre el tema de estudio.

Tras el análisis realizado se ha podido concluir que España posee un gran potencial de generación de electricidad a través de las energías renovables. Con las infraestructuras suficientes podría cubrirse el total de la demanda del país e incluso duplicarla o triplicarla en el caso de la energía solar y eólica. Esto además contribuiría a una disminución del precio de la electricidad, lo que ayudaría a mejorar la competitividad del país, por la reducción de costes de producción. Por tanto, un futuro más sostenible es posible, pero para ello se requieren medidas políticas eficaces orientadas a incentivar la inversión y desincentivar el uso de los combustibles fósiles mediante la eliminación de subvenciones a procesos que requieren esta fuente de energía y la incorporación de las externalidades.

Palabras clave: sector eléctrico, energías renovables, impacto socioeconómico, tendencias futuras.

ABSTRACT

In this Master Thesis, an analysis is made of the current state of the Spanish electricity sector and the socioeconomic impact of renewable energies in the market, as well as the study of future trends.

The methodology applied is the qualitative-descriptive analysis of the subject of study.

After the analysis performed, it was possible to conclude that Spain possess a great potential to generate electricity through renewable energies. With enough infrastructure, the total demand in the country could be covered and even doubled or tripled in the case of solar and wind energy. This would also contribute to the decrement in the price of electricity what would help to improve the Spanish competitiveness, due to the reduction of the production costs. Therefore, a more sustainable future is possible, but this requires effective policy measures aimed at encouraging investment and discouraging the use of fossil fuels by eliminating subsidies to processes that require this source of energy.

Key words: electric sector, renewable energies, socioeconomic impact, future trends.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	14
2.	OBJETIVOS.....	15
3.	METODOLOGÍA.....	15
4.	CONTEXTO HISTÓRICO	16
4.1	Siglo XIX.....	16
4.2	Siglo XX.....	17
4.3	Siglo XXI.....	20
4.4	Regulación energética en España tras las directivas europeas.....	22
4.4.1.	<i>Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.</i>	28
5.	FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO Y AGENTES IMPLICADOS.....	30
5.1	Generación.....	31
5.2	Transporte.....	32
5.3	Distribución.....	32
5.4	Comercialización.....	33
5.5	Consumo	33
6.	ESTADO ACTUAL DEL MERCADO ESPAÑOL Y CONVERGENCIA EUROPEA	34
6.1	Producción	34
6.2	Evolución del transporte y distribución de electricidad.....	40
6.3	Evolución de la demanda y el precio	42
6.4	Mercados que imponen el precio de la electricidad	43
7.	INFLUENCIA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL.....	46
7.1	Concepto y tipología de las energías renovables	46
7.2	Intervención de las energías renovables en el consumo bruto de energía final.....	49
7.3	Estado actual de las energías renovables en el mundo	59
7.4	Potencial de las energías renovables en España	61
7.5	Beneficios generados por las renovables	67
7.5.1	Algunos aspectos económicos sobre las tecnologías de las energías renovables.	68
7.6	Tecnologías generadas de las energías renovables.....	73
7.7	Previsiones del Gobierno	75
7.8	Funcionamiento del mercado de energías renovables	77
7.9	Impacto global de la innovación en las tecnologías renovables en España	82

8	LAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES Y SU VISIÓN SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	86
	8.1. Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)	86
	8.2. Agencia Internacional de la Energía (IEA).....	88
	8.3. Agencia Internacional para la Energía Renovable (IRENA)	90
9	TENDENCIAS FUTURAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES	91
10	CONCLUSIONES.....	97
11	BIBLIOGRAFÍA	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción y potencia en el sector eléctrico en 1985	19
Tabla 2. Escenario de Eficiencia Energética del Plan de Energías Renovables 2011-2020. Balance Eléctrico Nacional.	21
Tabla 3. <i>Balance de energía producida en España en 2017</i>	35
Tabla 4. Líneas de Transporte instaladas en 2017	41
Tabla 5. Líneas de Transporte de 2013 a 2017 (Km).....	41
Tabla 6. Potencial de las energías renovables en España	62
Tabla 7. Potencial de las energías renovables en España II	63
Tabla 8. Potencial de las energías renovables en España III	64
Tabla 9. Potencial de las energías renovables en España IV	65
Tabla 10. Potencial de las energías renovables en España V.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Operaciones del sistema eléctrico	30
Figura 2. Agentes participantes en el mercado	31
Figura 3. Balance eléctrico anual nacional del 2007 al 2013. Régimen Ordinario.....	36
Figura 4 . <i>Evolución del Balance eléctrico anual de 2007 al 2013 (GWh)</i>	37
Figura 5. Evolución del Balance eléctrico anual nacional 2014-2018.....	38
Figura 6. España-Consumo de Energía eléctrica (kWh per capita).....	40
Figura 7. Evolución de la demanda media acumulada	42
Figura 8. Evolución del precio medio de la electricidad (€/MWh) en el mercado diario (OMIE) de 2010 a 2018.....	44
Figura 9. Precios de electricidad para consumidores domésticos (impuestos incluidos) 2017 (EUR por kWh).....	45
Figura 10. Proporción de energía renovable en el consumo final bruto de energía, EU-28,2004-2016(%) Fuente: Eurostat (sdg_07_40)	51
Figura 11: Participación de la energía renovable en el consumo final bruto de energía, por país, en el período comprendido entre 2011 y 2016 (%)	54
Figura 12 Consumo interior bruto de energía renovable, por fuente, por país, 2016 (% del total de energía renovable)	55
Figura 13. Dependencia energética, por producto, EU-28, 2000-2016 (% de las importaciones en el consumo total de energía)	57
Figura 14. Dependencia energética, por país, 2011 y 2016 (% de las importaciones en el consumo total de energía)	59
Figura 16. Número de veces que sería posible satisfacer con cada energía renovable la demanda energética total del país.....	67
Figuras 17. Curvas agregadas de oferta y demanda de energía eléctrica	79
Figura 18. <i>Zonas de oferta por tipo de energía</i>	80

1. INTRODUCCIÓN

España fue uno de los primeros países que se adhirió a la liberalización del mercado eléctrico en 1996 tras la aprobación de la Directiva sobre Normas Comunes para el Mercado Interior de la Electricidad [Directiva 2009/72/CE].

Actualmente, continúa creciendo la demanda de energía eléctrica en España, manteniéndose la tendencia iniciada en 2015, aunque todavía es inferior al nivel de demanda alcanzada en el año 2008. Concretamente, en 2017 la demanda de electricidad aumentó un 1,1 % respecto al año anterior, superando la tasa de crecimiento del 0,7 % de 2016 (REEE, 2017).

Asimismo, según el informe de la Red de Energía Eléctrica en España (2017), por grandes sectores de actividad, el consumo eléctrico del sector industrial registró un crecimiento del 2,0 %. Este sector representa aproximadamente el 30 % de la demanda eléctrica total (REEE, 2017).

Este aumento de la demanda provocó que las emisiones de CO₂ repuntaran en dicho periodo, estimándose en 2017 un total de 74,9 millones de toneladas, un 17,9 % superiores al registro de 2016. A ello también contribuyó la menor participación de las energías renovables (REEE, 2017).

En este contexto, con un consumo en crecimiento, la electricidad y el consumo de combustibles fósiles es la principal fuente de energía de España, así como de la mayoría de los países. Según el último informe de Greenpeace (2016), el sistema energético está en una encrucijada debido al importante cambio climático que ya comienza a tener consecuencias y la única solución es la sustitución completa de los combustibles fósiles por energías renovables, junto a un uso más eficiente de la energía.

Por ello, en este proyecto fin de Máster se pretende analizar el mercado eléctrico español y en especial el impacto socioeconómico de las energías renovables.

2. OBJETIVOS

El objetivo general del trabajo es conocer en profundidad el contexto y el estado actual del mercado eléctrico español y el impacto de las energías renovables. Para ello, se definen los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer el contexto histórico del sector eléctrico en España
2. Identificar los agentes participantes en el mercado
3. Analizar el estado actual del mercado español y su convergencia con Europa.
4. Identificar las energías renovables presentes en España y su influencia en el mercado.
5. Identificar las futuras tendencias de las energías renovables.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada en este proyecto es el análisis cualitativo descriptivo. Las fases seguidas parten de la revisión bibliográfica de los informes sectoriales del mercado eléctrico y del contexto español en el ámbito de convergencia europea. En segundo lugar, se definen y caracterizan las energías renovables y se elabora una comparativa del mercado español y la influencia que estas ejercen en el mismo.

Las bases de datos empleadas han sido Isoc, ProQuest y Dialnet y en las que se ha partido de los términos de búsqueda “sector eléctrico español”, “energías renovables”, “liberalización del sector eléctrico” y se ha continuado con términos más específicos.

Tras la revisión y selección de artículos más adecuados para la investigación se ha realizado una lectura comprensiva y se han extraído los principales hallazgos y conclusiones.

4. CONTEXTO HISTÓRICO

Como precedente del análisis del estado actual del mercado eléctrico español cabe recordar su contexto y evolución histórica desde la primera aplicación de la electricidad hasta la liberalización del mercado en 1997. A continuación, se detalla cada una de las etapas.

4.1 Siglo XIX

En 1852, el farmacéutico Domenech, en Barcelona, fue la primera persona en España experimentar la aplicación práctica de la electricidad iluminando su farmacia con un sistema inventado por él mismo.

En 1873 se importó la primera dinamo para la Escuela de Ingenieros Industriales en Barcelona y una segunda para la fragata Victoria en 1875.

En 1878 se iluminó la Puerta del Sol de Madrid, el Palacio de Bellavista y otros edificios históricos. Sin embargo, no fue hasta 1885 cuando las aplicaciones eléctricas se generalizaron con el primer decreto que reguló las instalaciones eléctricas y en 1888 una Real Orden que reguló el alumbrado eléctrico de los teatros y prohibía el alumbrado con gas.

El crecimiento no fue rápido en este siglo pues la electricidad se generaba en forma de corriente continua lo que impedía su transporte a larga distancia y en, consecuencia, se realizaron múltiples centrales condicionadas por la proximidad a lugares de consumo.

Será a principios del siglo XX cuando terminan de construirse cerca de 860 centrales hidroeléctricas y comenzaba a desarrollarse la corriente alterna dando lugar a un cambio de panorama.

4.2 Siglo XX

Con la aparición de la corriente alterna a principios del siglo XX se multiplicaron las posibilidades de transporte de la electricidad y se fomentó la creación de centrales hidroeléctricas. Una de las primeras confederaciones creadas para el aprovechamiento integral de las cuencas hidrográficas fue la Confederación Sindical del Ebro.

Hasta el momento regía la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879 considerada un texto modélico, sin embargo, en 1985 entró en vigor sustituyendo a la anterior la Nueva Ley de Aguas.

Hasta 1936 el aumento del consumo eléctrico fue moderado teniendo en cuenta la infraestructura escasa y la baja potencia instalada. Esta situación también se vio empeorada durante los años de la guerra civil y la posguerra con un estancamiento de la capacidad productiva. Consecuencias a las que se sumó la Segunda Guerra Mundial y el bloqueo internacional.

En definitiva, los años cuarenta presentaron grandes dificultades para el desarrollo del sector. Sin embargo, en 1944, la constitución de una serie de empresas eléctricas públicas como la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) y en 1949 la Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana (ENHER) consiguieron dar un impulso al sector. Asimismo, el propio sector manifestó la necesidad de realizar una explotación más eficiente y planificada de la producción y transporte de la electricidad y se creó la empresa Unidad Eléctrica S.A. (UNESA) integrada por 17 compañías que se encargaron de promocionar las conexiones de los sistemas eléctricos regionales entre sí y con las centrales eléctricas.

En la década de los 50 empezaron a funcionar las Tarifas Tope Unificadas que permitieron incentivar el ritmo de construcción de nuevas centrales y disminuir el déficit de capacidad de producción.

En 1959 el Plan de Estabilización, la aparición del turismo y la apertura al exterior contribuyeron al rápido crecimiento de la economía lo que permitió consolidar el

sector y triplicar la producción eléctrica en 1970. Este auge no duro mucho tiempo pues en mayo de 1973 se inició la primera crisis del petróleo y en 1979 se produjo la segunda crisis que volvió a ralentizar la producción debido a la gran dependencia que se producía en el proceso de construcción de las centrales y el transporte (Fano,2003).

En 1980 la Agencia Internacional de la Energía facilito la accesibilidad a la tecnología para reducir la dependencia del petróleo y el mismo año se promulgo la Ley de Conservación de la Energía todavía vigente cuyo fin era reducir la dependencia del petróleo, ahorrar energía y promover las fuentes renovables.

Los años ochenta se caracterizaron por la importante inversión en el sector eléctrico a la vez que se producía una crisis económica caracterizada por la elevada inflación, altos tipos de interés y bajo crecimiento de la demanda. En este contexto el mercado de capitales necesitó pedir financiación a los mercados internacionales. Para estabilizar la situación se realizó un intercambio de activos en el sector eléctrico y se creó el Marco Legal y Estable que empezó a aplicarse en 1988 y en el que se estipuló un sistema de amortización de inversiones y compensaciones entre los agentes del sector.

Con este Marco Legal Estable se reconocieron diez subsistemas eléctricos, los cuales estaban compuestos por diferentes empresas que generaban electricidad bajo el programa de la Red Eléctrica de España. Estas empresas las introducían en la red de alta tensión y también reducían su tensión para hacerlas llegar a los clientes. Así, se comportaban como transmisoras y distribuidoras. Estas empresas eran:

1. Iberduero, Sociedad Anónima.
2. Hidroeléctrica Española, Sociedad Anónima (HIDROLA).
3. Unión Eléctrica - Fenosa, Sociedad Anónima (UEFSA).
4. Compañía Sevillana de Electricidad, Sociedad Anónima.
5. Fuerzas Eléctricas de Cataluña, Sociedad Anónima (FECSA).
6. Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana, Sociedad Anónima (ENHER).
7. Hidroeléctrica del Cantábrico, Sociedad Anónima.

8. Electra de Viesgo, Sociedad Anónima.
9. Hidroeléctrica de Cataluña, Sociedad Anónima.
10. Eléctricas Reunidas de Zaragoza, Sociedad Anónima (ERZ).

En la Tabla 1 se encuentran los datos de la Memoria Estadística de UNESA (1985) donde se observa el nivel de producción y potencia en el sector eléctrico español en 1985.

	Potencia instalada (MW)		Producción de energía (millones de kWh)	
	Total	UNESA	Total	UNESA
Hidroeléctrica	14.680	14.395	33.033	31.719
Termoeléctrica clásica (carbón, fuelóleo y gas)	20.941	20.398	66.286	64.459
Termoeléctrica nuclear	5.815	5.815	28.044	28.044
Total	41.436	40.608	127.363	124.222

Tabla 1. Producción y potencia en el sector eléctrico en 1985

Fuente: UNESA (1985)

En la década de los noventa la situación económico-financiera mejoro notablemente. Asimismo, gracias al Plan Energético Nacional de 1990 y la estabilidad económica que supuso la entrada en la Unión Europea, las empresas del sector dispusieron de fondos para sanear su estructura financiera.

En esta década, las empresas del sector se concentraron para formar las actuales ENDESA e IBERDROLA. Asimismo, en 1995 se promulga la Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, para crear un Sistema de Generación Independiente que actuara en régimen de competencia sin embargo la ley no llegó a desarrollarse.

No fue hasta 1997 cuando se liberalizó el sector eléctrico a raíz de la aprobación, por parte del Consejo de la Unión Europea, de la Directiva sobre Normas Comunes para el Mercado Interior de la Electricidad [Directiva 2009/72/CE]. Esta directiva contenía unos objetivos y criterios mínimos de liberalización y competencia del sistema eléctrico.

España fue de los primeros países en aplicar los criterios de la directiva a través de la entrada en vigor de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. Con esta ley el sector experimentó una importante transformación e incorporó reglas en todas las actividades de producción y transporte hasta el cliente final.

En este año, 1997 también se inicia el plan de contención de las emisiones de gases efecto invernadero a través del Protocolo de Kioto [COP 18/COP-MOP 8] y las diferentes directivas medioambientales de la UE [85/337/CEE; Reglamento (UE) no 1293/2013]. Con ello, se generalizaron las tecnologías para realizar un menor consumo de combustible fósil, menor emisión de gases y mayor rendimiento a bajo coste. Estos aspectos influyeron también en la estructura del sistema eléctrico actual.

4.3 Siglo XXI

El año 2001 se caracterizó por un déficit importante de capacidad y una mayor incertidumbre debido a la liberalización del sector. Las infraestructuras del momento se caracterizaban por una generación instalada muy ajustada, con margen de reserva reducido lo que incrementaba el riesgo de ruptura de abastecimiento en momentos de demanda elevada, la saturación de la red de transporte y una demanda creciente con gran sensibilidad al precio.

Este contexto dio lugar al desarrollo de un nuevo plan estratégico para el periodo 2002 a 2011. Este plan definió las redes de transporte eléctrico, las instalaciones de almacenamiento y los gasoductos de la red básica. Asimismo, se invirtió un gran

volumen de recursos en el sistema de gas, 5.300 millones de euros y 6.500 millones de euros en el sistema eléctrico.

Otro de los pilares de este plan fueron las energías renovables. Se estimó unos 14.000 MW de instalaciones de energía eólica y biomasa con la intención de que, a final del periodo, en 2011, las fuentes de energía renovable supusieran un 29% de la producción eléctrica nacional y un 12% del consumo de energía primaria. Para ello se invirtieron 12.000 millones de euros. Sin embargo, el resultado alcanzó solamente el 17% respecto a la energía eléctrica nacional.

En 2011 se aprobó un nuevo Plan de Energías Renovables para el periodo de 2011-2020 basado en la seguridad de suministro, respeto por el medio ambiente y competitividad económica. En este documento se plantea un escenario de eficiencia energética en el cual se prevé que las energías renovables alcancen en 2020 un 38,1% de la producción bruta como muestra el siguiente balance. En la tabla 2 se presenta la estimación para el periodo 2011-2020 de MITyC/IDEA (2011).

GWh	2005	2010	2015	2020
Carbón	81.458	25.493	33.230	31.579
Nuclear	57.539	61.788	55.600	55.600
Gas natural	82.819	96.216	120.647	133.293
P. Petrolíferos	24.261	16.517	9.149	8.624
Energías Renovables	42.441	97.121	112.797	146.080
Hidroeléctrica por bombeo	4.452	3.106	6.592	8.457
Producción bruta	292.970	300.241	338.016	383.634
Consumos en generación	11.948	9.956	8.897	8.968
Producción neta	281.022	290.285	329.119	374.666
Consumo en bombeo	6.360	4.437	9.418	12.082
Saldo de intercambios	-1.344	-8.338	-11.231	-12.000
Demanda (bc)	273.319	277.510	308.470	350.584
Consumo sectores transformadores	5.804	4.100	5.800	5.800
Pérdidas transp, distrib	25.965	24.456	26.894	29.839
DEMANDA FINAL DE ELECTRICIDAD	241.550	248.954	275.775	314.945
Incremento respecto año anterior	4,26%	2,05%	2,53%	2,73%
% renovables s/prod bruta	14,5%	32,3%	33,4%	38,1%
Horas funcionamiento medio CC peninsulares	0	2.396	2.723	2.932

Tabla 2. Escenario de Eficiencia Energética del Plan de Energías Renovables 2011-2020. Balance Eléctrico Nacional.

Fuente: MITyC/IDEA (2011)

4.4 Regulación energética en España tras las directivas europeas

En los países europeos, los primeros registros de uso de energías alternativas fueron en Dinamarca. La primera turbina de viento fue instalada allí en 1976, en respuesta al aumento del precio de la energía y a la fuerte dependencia que generaba el petróleo extranjero. A pesar de que este país había logrado cierta autosuficiencia con respecto al petróleo y al gas gracias al aprovechamiento del Mar del Norte, éste continuó desarrollando la energía eólica debido a la gran preocupación de sus habitantes por la emisión de gases invernadero. Un cuarto de siglo después, alrededor del año 2000, Dinamarca se había convertido en el líder mundial en producción de energía eólica, satisfaciendo el 18% de su demanda de energía con 6500 turbinas instaladas en lugares clave del país. Además, gracias a tantos años de investigación y experiencia, se convirtió en el proveedor de aproximadamente el 50% del mercado mundial de turbinas de viento (Danish Wind Industry Association 2002).

Esta práctica se generalizó mediante diferentes acuerdos en el ámbito europeo para la reducción del cambio climático. A partir de septiembre de 2001, la Unión Europea a través del Parlamento Europeo, comenzó a establecer objetivos relacionados a la reducción de los gases de efecto invernadero (European Parliament, 2001).

De esta manera, con los países incentivados a alcanzar estas metas, en abril de 2002 la Agencia de Medioambiente Europea reportó que 15 países en su conjunto habían logrado reducir las emisiones de gases invernaderos un 3,5% por debajo de los niveles de 1990. Todo esto gracias al mayor uso de gas natural y el cierre de ineficientes y contaminantes industrias y plantas de energía (Pomeroy, et al 2002).

Mediante los acuerdos multilaterales como la Convención Marco sobre el Cambio Climático de 1992, el Tratado sobre la Carta de la Energía, y el Protocolo de Kioto de 1997, en el año 2001, la Unión Europea, desarrolló una política de desarrollo de energías renovables con el fin de reducir los gases de efecto invernadero. La Directiva de la Unión Europea 2001/77CE estableció metas vinculantes por parte de los países miembros dentro de la Unión para el desarrollo de energías renovables. Esta directiva reconoció que se necesitarían subsidios para lograr estos objetivos.

En este contexto, se desarrolla el Tratado sobre la Carta de la Energía, el cual se trata de un tratado multilateral adoptado en el año 1994 que cuenta con más de cincuenta partes, incluyendo la UE y España. Tal como se describiera en la Guía del Secretariado de la Carta de la Energía:

“Según el Artículo 2 del TCE, el objetivo del Tratado consiste en establecer un marco legal para fomentar la cooperación a largo plazo en el campo de la energía, basado en la consecución de complementariedades y beneficios mutuos, con arreglo a los objetivos y principios expresados en la Carta de la Energía. Constituye un hito en la cooperación energética internacional. Al crear un fundamento jurídico estable, integral y no discriminatorio para las relaciones energéticas transfronterizas, el TCE reduce los riesgos políticos asociados con las actividades económicas en economías en transición. Crea una alianza económica entre países con diferentes antecedentes culturales, económicos y jurídicos, pero todos unidos en su compromiso de lograr los siguientes objetivos comunes:

- *Proporcionar mercados energéticos abiertos; y asegurar y diversificar el suministro de energía;*
- *Estimular la inversión y comercio transfronterizos en el sector energético;*
- *Asistir a los países en transición económica en el desarrollo de sus estrategias energéticas y de un marco institucional y jurídico apropiado para la energía, y en la mejora y modernización de sus industrias energéticas.”*

El énfasis de la Carta de la Energía se centra en el desarrollo de la cooperación energética de forma segura a largo plazo y un conjunto de disposiciones sobre los aspectos ambientales del desarrollo energético. La Carta de la Energía incluye además un régimen relativo a la solución de problemas internacionales. Estas interpretaciones sirven para tranquilizar a los inversores en lo que se refiere a la interpretación y aplicación, justa coherente y predecible de las reglas de la Carta de la Energía por todas las partes contratantes (López-Ibor, 2009).

Si el inversor considera que un Ejecutivo no cumple con sus obligaciones prescritas por las disposiciones de protección de las inversiones, este puede, con el consentimiento incondicional de la parte contratante optar entre someter el conflicto a un tribunal nacional o a cualquier forma de resolución conflictos pactado de forma previa con el Gobierno, o puede acudir al arbitraje internacional ante diferentes organismos. En este sentido la doctrina ha expresado lo siguiente sobre acudir a cada una de las vías de resolución de conflictos determinados en la Carta de la Energía, que:

“De acuerdo con el TCE, las controversias entre inversor y Estado receptor de la inversión podrían llegar a dirimirse en el seno de un arbitraje internacional ante el CIADI, un árbitro o tribunal de arbitraje ad hoc establecidos en virtud del Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI), o ante el Instituto de Arbitraje de la Cámara de Comercio de Estocolmo” (Arana, Iglesias y De los Santos, 2011).

Por otro lado, un Gobierno nacional también puede referir una controversia relativa a una disposición no comercial a un arbitraje internacional. La resolución de este organismo será vinculante y definitiva para el Gobierno afectado por el litigio.

En agosto de 2005, el ejecutivo español aprobó su Plan de Energías Renovables 2005-2010, que contenía las directrices políticas para lograr las metas en materia de energías renovables establecidas por la UE. El RD 436/2004 fracasó al no atraer el nivel deseado de inversión. Las empresas lo atribuyeron a que el decreto no proporcionaba a largo plazo certeza respecto el nivel de tarifas en oferta y de las tarifas que serían percibidas.

De conformidad con la directiva y en busca de sus propios intereses nacionales, España adoptó amplias medidas destinadas a promover energía termosolar de concentración, en adelante CSP por sus siglas en inglés, y otras fuentes de energía renovables. Estas se construyeron a partir de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que estableció el marco legal para la regulación del sector eléctrico durante gran parte del período en cuestión. La Ley del Sector Eléctrico de 1997 les garantiza a los inversores en el sector energético una rentabilidad razonable, pero deja el significado de esta garantía para que sea desarrollado por otras normas.

El inicio de la evolución normativa podemos concretarlo en el 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, en adelante RD 436/2004. Siguiendo lo establecido en el entonces vigente art. 30.4 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico, el RD 436/2004 estableció un régimen de prima y tarifa regulada al que se podían acoger los productores en régimen especial. Este régimen facultaba a los titulares de las instalaciones a vender la electricidad en el mercado diario directamente al precio que resulte del mercado más un incentivo y, en su caso, una prima, o a la sociedad distribuidora, a una tarifa determinada como un porcentaje de la tarifa media de referencia para cada año.

Con la experiencia de este decreto, se promulgó el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye el RD 436/2004, en adelante RD 661/2007. Esta nueva norma conserva la facultad de los productores de venderla en el mercado al precio que resulte del mismo más una prima o de cederla al sistema a través de la red de distribución o transporte percibiendo la tarifa regulada, el RD 661/2007 fijó primas fijas y una tarifa regulada, independientes de la tarifa eléctrica media.

Según la DT PRIMERA del RD 661/2007, estas nuevas tarifas y primas se aplican de forma automática a las instalaciones de producción eléctrica, con independencia de que hubieran sido registradas durante la vigencia del RD 436/2004, que proceda de energía solar.

Tras este Real Decreto, el crecimiento de la potencia instalada fue superior al planificado. Mediante resolución del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de 27 de septiembre de 2007 y conforme a lo dispuesto en el art. 22.1 del RD 661/2007, se estableció un plazo de 12 meses para que nuevas instalaciones pudieran acogerse a las primas y tarifas dispuestas en el RD 661/2007.

Antes de finalizar los 12 meses se publicó el Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad eléctrica mediante tecnología solar

fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del RD 661/2007, en adelante RD1578/2008. Este Real Decreto determinó nuevos propósitos anuales de potencia, estableciendo además una nueva tarifa regulada de entre 32 y 34 c€/kWh para las instalaciones que se inscribieran después del 29 de septiembre de 2008 (fecha en la que expiraba el plazo concedido por la resolución del Ministerio), en el registro administrativo de instalaciones de producción en régimen especial, limitando la recepción de esta tarifa máximo a 25 años desde su inscripción en el registro correspondiente o la puesta en marcha de la instalación.

En el año 2010, las primas y tarifas sufrieron cambios trascendentales. En primer lugar, en virtud del Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, en adelante RD 1565/2010, las tarifas resultantes del RD 1578/2008 fueron reducidas.

El Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, estableció un límite al número de horas en que las instalaciones de solar termoeléctrica y energía eólica podían verter energía a la red con derecho a prima o tarifa regulada, estableciendo diferentes límites según la tecnología. Estas operaciones por encima del límite de horas supondrían la venta al precio normal de mercado, sin tarifa regulada ni prima. El Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico, en adelante RD-ley 14/2010, realizó una limitación similar en función de la zona climática donde estuviera ubicada la instalación, y ampliando el plazo de tiempo 28 años en el que las instalaciones a las que resulta de aplicación el RD 661/2007 podían disfrutar de la tarifa o prima.

Parte de la doctrina ha entendido que: “La aprobación del Real Decreto 1565/2010 y del Real Decreto-Ley 14/2010” constituye una quiebra de los presupuestos en cuya virtud inversores internacionales llevaron a cabo sus proyectos de plantas fotovoltaicas en España y supone una infracción potencial de ese marco de protección al inversor establecido por el TCE. En concreto, cabe pensar que dichas normas pueden suponer la infracción (sin perjuicio de otros) del principio de “trato justo y equitativo.”

Las modificaciones tuvieron como efecto el primer procedimiento arbitral contra España. En este sentido, el 22 de febrero de 2011, los Comisarios Europeos de Acción por el Clima y Energía, Connie Hedegaard y Günther Oettinger respectivamente, mediante carta dirigida al entonces Ministro de Industria Español, indicaron que:

“Los Estados miembros tienen que garantizar el respeto de los principios del Derecho de la UE, incluidos la seguridad jurídica y de protección de la confianza legítima”.

Sin embargo, se han seguido produciendo cambios normativos que han afectado a las inversiones realizadas dando lugar a nuevas reclamaciones. Algunas de estas nuevas normas son las siguientes:

- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la suspensión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovable y residuos. Si bien mantiene el régimen retributivo para aquellas instalaciones que ya estuvieran en funcionamiento y estuvieran inscritas en el registro correspondiente, suprime para las restantes todas las primas, tarifas reguladas y suplementos por eficiencia, así como los procedimientos de preasignación de retribución.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética. Establece, en aras del equilibrio presupuestario, un impuesto del 7% sobre la producción e incorporación al sistema eléctrico de energía eléctrica. La base imponible, según el art. 6 de la citada ley, se fija en el importe total que corresponda recibir al contribuyente por la producción e incorporación al sistema eléctrico de energía eléctrica, considerándose a estos efectos las retribuciones previstas para todos los regímenes económicos establecidos en la Ley 54/1997, incluido por lo tanto el régimen especial.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero. Con el fin de limitar una retribución

excesiva de la energía eléctrica generada en régimen especial, se elimina la prima, fijando el régimen económico primado exclusivamente sobre la tarifa regulada, sin perjuicio de la posibilidad de que los titulares de las instalaciones vendan la electricidad en el mercado, aunque sin producir prima.

Por último, se promulgaron el Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico y la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico, se ha dictado recientemente el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Esta normativa deroga el régimen retributivo establecido con anterioridad en los RD 661/2007 y 1578/2008 para fijar un nuevo régimen, basado en el concepto de instalación tipo y asociado a una rentabilidad razonable de la inversión realizada, así como corregir el déficit de tarifa. Esta reforma afectó no solo a las energías renovables sino a todo el sector energético dado que se buscaba proteger y fomentar las energías renovables, pero en unas nuevas condiciones.

4.4.1. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Este Real Decreto, recoge los deberes y derechos de los responsables de las plantas renovables, dentro de los derechos se encuentran:

- Contratar los servicios de la energía según sus necesidades
- Seleccionar el operador del sistema para distribuir la energía.
- Seleccionar el proveedor de distribución, de acuerdo a los intereses de ambos.
- Percibir la retribución según los parámetros previamente acordados en esta ley y en la norma legal.

Es importante tener en cuenta, que las plantas cuentan con cierta prioridad en lo que se refiere a tener acceso a los diferentes servicios, conexiones, instalaciones,

distribución y cobro. A diferencia de la ley anterior, la prioridad con esta nueva norma legal la tienen exclusivamente las plantas renovables para igualar entre ellas las ofertas económicas.

Dentro de los deberes se encuentra:

- Disponer de los equipos necesarios para obtener las medidas de energía.
- Inscribirse en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía eléctrica.
- Inscribirse al centro de control si corresponde.
- Reportar acciones si corresponde.
- Las instalaciones deben cumplir con las normas de regulación.

En cuanto a la retribución por el servicio de energía se percibe por la unidad de energía producida, es decir, la retribución será por: tipo de instalación y categoría de esa energía.

- En primer lugar, se recibe remuneración en función del precio del pool.
- En segundo lugar, por el Régimen retributivo específico (RRE) para aquellos que no alcancen el nivel mínimo necesario para competir con otros en el mercado.
- Cada tipo de instalación será regulada para poder cumplir con los requerimientos necesarios de seguridad y costos reales para establecer la retribución correspondiente.
- Dentro de los parámetros retributivos se encuentran:
 - a. retribución a la inversión (R_{inv}),
 - b. retribución a la operación (R_o),
 - c. incentivo a la inversión por reducción del coste de generación (I_{inv}),
 - d. vida útil regulatoria,
 - e. número de horas de funcionamiento mínimo
 - f. umbral de funcionamiento

- g. número de horas de funcionamiento máximas a efectos de percepción de la retribución a la operación, en su caso
- h. límites anuales superiores e inferiores del precio del mercado,
- i. precio medio anual del mercado diario e intradiario

Un aspecto importante de esta norma legal es que establecer como período regulatorio, la cuota por seis años, siempre y cuando se mantengan las condiciones iniciales de acuerdo a calidad, conexión, instalación. Cada tres años se realizará una revisión principalmente lo relacionado con el coste de combustible y precio del pool.

Los horarios también son de gran importancia en esta ley, ya que se establecen límites de impacto para establecer los costos.

5. FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO Y AGENTES IMPLICADOS

El funcionamiento del sector eléctrico español abarca cuatro operaciones diferentes y por tanto hay diferentes agentes implicados en el proceso hasta que se produce el consumo de energía final. Estas operaciones son: generación de la energía eléctrica, transmisión de la energía, distribución de la energía desde la red de transporte hasta las zonas de consumo y comercialización o venta de la energía a los consumidores.

En la Figura 1 se encuentra la representación del proceso de operaciones y en la Figura 2 los agentes participantes.



Figura 1. Operaciones del sistema eléctrico



Figura 2. Agentes participantes en el mercado

A continuación, se describen cada una de las operaciones y los agentes implicados en cada una de ellas (López, 1999; Real Decreto 413/2014).

5.1 Generación

Se trata de la operación de generación de energía eléctrica partiendo de los recursos naturales o la transformación de estos para producir electricidad de alta tensión. Es una actividad que requiere capital y con una tasa de retorno elevada.

El nivel de inversión depende de la fuente de energía empleada, puede ser carbón como materia prima, instalaciones hidráulicas, fotovoltaicas, eólicas, etc., lo que hace que algunas tengan menos costes que otras, por ejemplo, la energía eólica necesita un gasto mayor que la fotovoltaica.

Resulta casi imposible el almacenamiento de la energía que se produce, debido a las actuales tecnologías para ello (con excepción de las plantas de bombeo). La capacidad de interconexión del sistema peninsular que pudiera permitir un intercambio a través de la frontera con Francia es del 2.8% de la máxima demanda, muy por debajo del 10% recomendado por la Unión Europea para 2020. Este nivel de interconexión transfronteriza es tan escaso que tampoco puede considerarse como una opción práctica. Por tanto, las empresas generadoras deben mantener un adecuado exceso de capacidad para que no se produzcan rupturas en el suministro.

5.2 Transporte

El servicio de transporte consiste en transportar la electricidad desde la planta generadora hasta las redes locales conduciéndola a través de las líneas de alta tensión.

La coordinación entre la planta generadora y la red de transporte es de especial relevancia para garantizar el suministro a los consumidores finales. Cuando se transmite a la red, el flujo de electricidad se distribuye según las leyes físicas de conducción eléctrica, por tanto, no es posible dirigirlo ni determinar el origen de la electricidad del sistema.

El agente que interviene en el control de la distribución es la empresa encargada de la transmisión. Estas son estaciones eléctricas que se encargan de introducir energía en la red necesaria para cubrir la demanda existente en cada momento. En ocasiones, la necesidad de coordinación entre generación y el transporte hace que las empresas se integren verticalmente para llevar a cabo las dos actividades (no es el caso de España).

Las redes de transmisión tienen una capacidad limitada y además parte de la energía introducida se pierde como resultado de imperfecciones en las líneas y transformadores de la red. Esto puede restringir la eficiencia en el transporte de energía lo que se traduce en un mayor coste para el sistema.

5.3 Distribución

La distribución consiste en el transporte de la electricidad desde la red de alta tensión hasta el consumidor final. Para ello, se requiere reducir la tensión mediante un transformador (o varios) para adaptarla al nivel requerido por el consumidor (220-230 V).

En esta operación participan las compañías distribuidoras que ejercen un gran poder de mercado sobre el ámbito territorial en el que operan. Estas actúan como monopolistas en las áreas geográficas asignadas. La actividad de distribución se encuentra regulada según el Real Decreto 413/2014.

5.4 Comercialización

La comercialización abarca todas las actividades relacionadas con la venta de electricidad al consumidor final (adquisición, contratación, lectura, asesoramiento al cliente, facturación y cobro). Tradicionalmente las compañías distribuidoras son las que suministran la electricidad a los consumidores.

La actividad de suministro finaliza con el servicio al por menor mediante el producto elaborado por otras empresas y con una infraestructura ajena por lo que el valor añadido por las comercializadoras es pequeño respecto al sistema eléctrico total y son los costes de generación, transmisión y distribución los que influyen fundamentalmente en el precio de venta.

5.5 Consumo

El último agente del proceso es el consumidor. Quien realiza la aplicación práctica de la electricidad y paga por ello un precio por la misma pero también por los servicios complementarios de la comercializadora (revisión, atención al cliente, etc.).

Mediante el contador eléctrico, se puede conocer la cantidad kWh consumidos durante un periodo de tiempo. Con este sistema se mide el consumo realizado para elaborar la factura final que llega al consumidor. El precio unitario se expresa en euros por kilovatios hora.

El principio fundamental de los sistemas eléctricos es el equilibrio entre la producción y el consumo, y para lograrlo los operadores de redes eléctricas tienen el reto de emplear las energías renovables repartidas por todo el territorio nacional y tienen gran variabilidad en su aportación en función de las condiciones meteorológicas.

6. ESTADO ACTUAL DEL MERCADO ESPAÑOL Y CONVERGENCIA EUROPEA

Actualmente el mercado eléctrico se encuentra controlado por el Gobierno y los agentes del mercado. Agentes del mercado son todas personas físicas o jurídicas que intervienen en las transacciones económicas del mercado eléctrico. En concreto:

- Generadores o productores de electricidad.
- Empresas comercializadoras.
- Los consumidores directos.

6.1 Producción

En 2017, de acuerdo al informe de la Red Eléctrica de España (REE)(2018), la producción de energía eléctrica se ha estabilizado en 248.424 GWh. La energía hidráulica es la que ha experimentado una variación más relevante respecto al año 2016, reduciéndose en torno al 49%, mientras que los ciclos combinados aumentaron su producción un 31,8% y el carbón un 21%. En los sistemas insulares la generación de electricidad aumentó un 3,2% manteniéndose en 14.221 GWh.

Por otro lado, la producción de la central hidroeléctrica de la isla de El Hierro aumentó un 12,7 % en 2017 respecto al año anterior. En cuanto al balance de producción por tipo de energía, las energías renovables redujeron su cuota en la península al 33,7 % (40,3 % en 2016), debido al impacto de la sequía en la producción hidráulica que ha registrado el valor más bajo desde el año 2005. En este sentido, las energías no renovables aumentaron al 66,3 %.

En la Tabla 3 se presenta el balance de energía producida a nivel peninsular, no peninsular y el total nacional facilitado por la Red Eléctrica de España (2017). Como se puede observar, predomina la energía nuclear, la eólica, el carbón y el ciclo combinado.

	Sistema peninsular		Sistemas no peninsulares		Total nacional	
	GWh	%17/16	GWh	%17/16	GWh	%17/16
Hidráulica	18.361	-49,1	3	-5,5	18.364	-49,0
Turbinación bombeo ⁽²⁾	2.249	-28,2	-	-	2.249	-28,2
Nuclear	55.609	-0,9	-	-	55.609	-0,9
Carbón	42.593	21,0	2.603	13,0	45.196	20,6
Fuel/gas ⁽³⁾	-	-	7.011	3,6	7.011	3,6
Ciclo combinado ⁽⁴⁾	33.855	31,8	3.442	-3,7	37.296	27,5
Hidroeléctrica	-	-	20	12,7	20	12,7
Eólica	47.498	0,4	399	0,1	47.897	0,4
Solar fotovoltaica	7.988	5,4	397	-0,4	8.385	5,1
Solar térmica	5.348	5,5	-	-	5.348	5,5
Otras renovables ⁽⁵⁾	3.603	5,5	11	5,1	3.614	5,5
Cogeneración	28.134	8,7	36	4,2	28.170	8,7
Residuos no renovables	2.459	-0,5	149	9,7	2.608	0,0
Residuos renovables	728	12,1	149	9,7	877	11,7
Generación	248.424	0,0	14.221	3,2	262.645	0,1
Consumos en bombeo	-3.675	-23,7	-	-	-3.675	-23,7
Enlace Península-Baleares ⁽⁶⁾	-1.179	-5,7	1.179	-5,7	0	-
Saldo intercambios internacionales físicos ⁽⁷⁾	9.171	19,6	-	-	9.171	19,6
Demanda (b.c.)	252.740	1,1	15.400	2,5	268.140	1,1

Tabla 3. Balance de energía producida en España en 2017

Fuente: Red Eléctrica de España (2017)

- (1) Asignación de unidades de producción según combustible principal.
- (2) Turbinación de bombeo puro + estimación de turbinación de bombeo mixto.
- (3) En el sistema eléctrico de Baleares se incluye la generación con grupos auxiliares.
- (4) Incluye funcionamiento en ciclo abierto. En el sistema eléctrico de Canarias utiliza gasoil como combustible principal.
- (5) Incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica.
- (6) Valor positivo: entrada de energía en el sistema; valor negativo: salida de energía del sistema.
- (7) Valor positivo: saldo importador; valor negativo: saldo exportador. Los valores de incrementos no se calculan cuando los saldos de intercambios tienen distinto signo.

La escasa producción de energía hidráulica ha influido de forma directa en la generación de energía en la península, dando lugar a un aumento del uso de plantas generadoras de energía mediante combustibles fósiles. De esta forma, las fuentes no renovables han permitido cubrir la carencia de energía hidráulica mediante el trabajo de las centrales de ciclo combinado y de carbón.

Respecto a las renovables, destaca la producción eólica, la cual se situó en 2017 en 47.498 GWh, un aumento del 0,4 % respecto a 2016. El incremento se origina principalmente en el último trimestre del año, cuando las infraestructuras eólicas produjeron un 44,2 % más que en el mismo trimestre del 2016.

Además, la energía eólica sigue siendo la tecnología renovable de mayor importancia en la península, la cual representa el 56,9 % de las energías renovables en 2017. La contribución de la eólica en el mix de generación se sitúa en segundo lugar dentro de las tecnologías del parque generador peninsular, únicamente por detrás de la energía nuclear.

Para conocer un poco sobre la realidad de la energía eléctrica en España, si bien se evidencian diferencias considerables entre las diferentes regiones del país, con respecto al consumo de la electricidad, principalmente por la intensidad de frío o calor de cada una. A continuación, se presenta la evolución del balance eléctrico anual desde el 2007 hasta el 2013 (Figura 3), donde se evidencia que a nivel nacional el consumo del régimen ordinario va disminuyendo a medida se van desarrollando energías renovables e incorporando en el uso cotidiano de la sociedad. Posteriormente, en la figura 5 se presenta la evolución del balance eléctrico anual desde 2008 hasta el 2018.

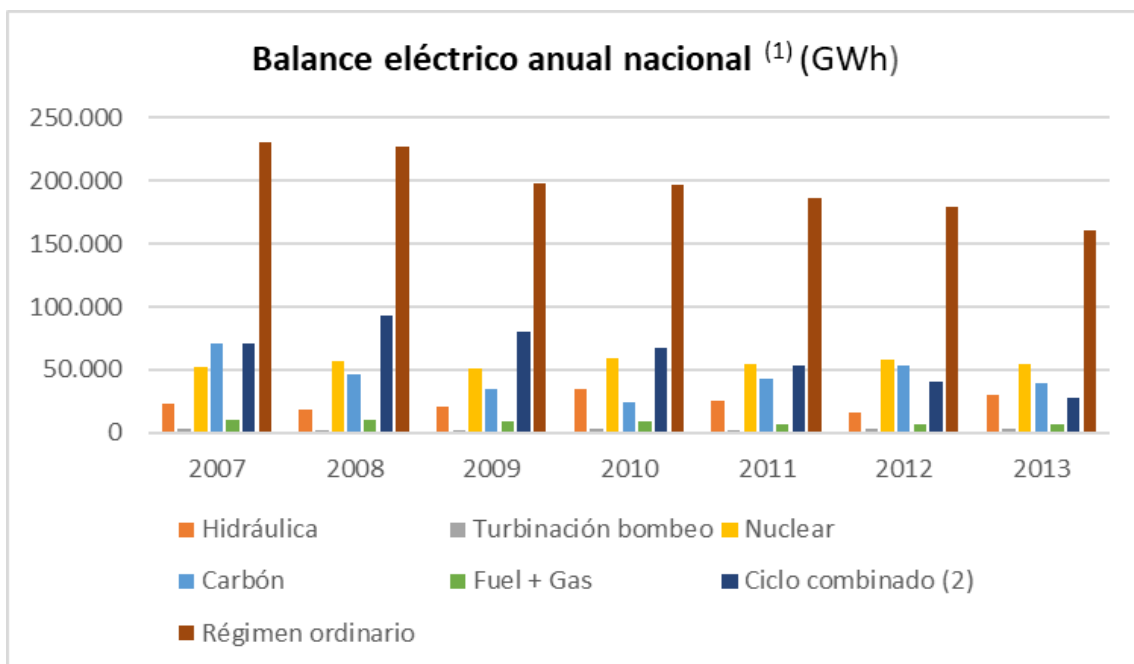


Figura 3. Balance eléctrico anual nacional del 2007 al 2013. Régimen Ordinario

Fuente: Red Eléctrica de España (2017)

De manera general se puede evidenciar que la energía en régimen ordinario en el año 2007 se encontraba en 229.939 GWh y disminuyó considerablemente hasta llegar a 161.081 GWh en 2013, lo que representa el 30% de disminución. El ciclo combinado tiene un incremento en el 2009 y 2008, llegando en el 2013 a 35.000 GWh. La energía que se mantuvo desde el 2007 hasta el 2017 fue la nuclear presentando un aproximado de 52.000 GWh.

Es importante destacar que para este período la energía eléctrica en España estaba dirigida por leyes diferentes a la que rige en la actualidad, por lo que las energías renovables, no tenían en mismo impacto que en los últimos años.

Por lo que se presenta a continuación, la evolución desde el 2007 hasta el 2013 de las energías con régimen especial (Figura 4), donde se evidencia que todas están por debajo de 150.000 GWh.

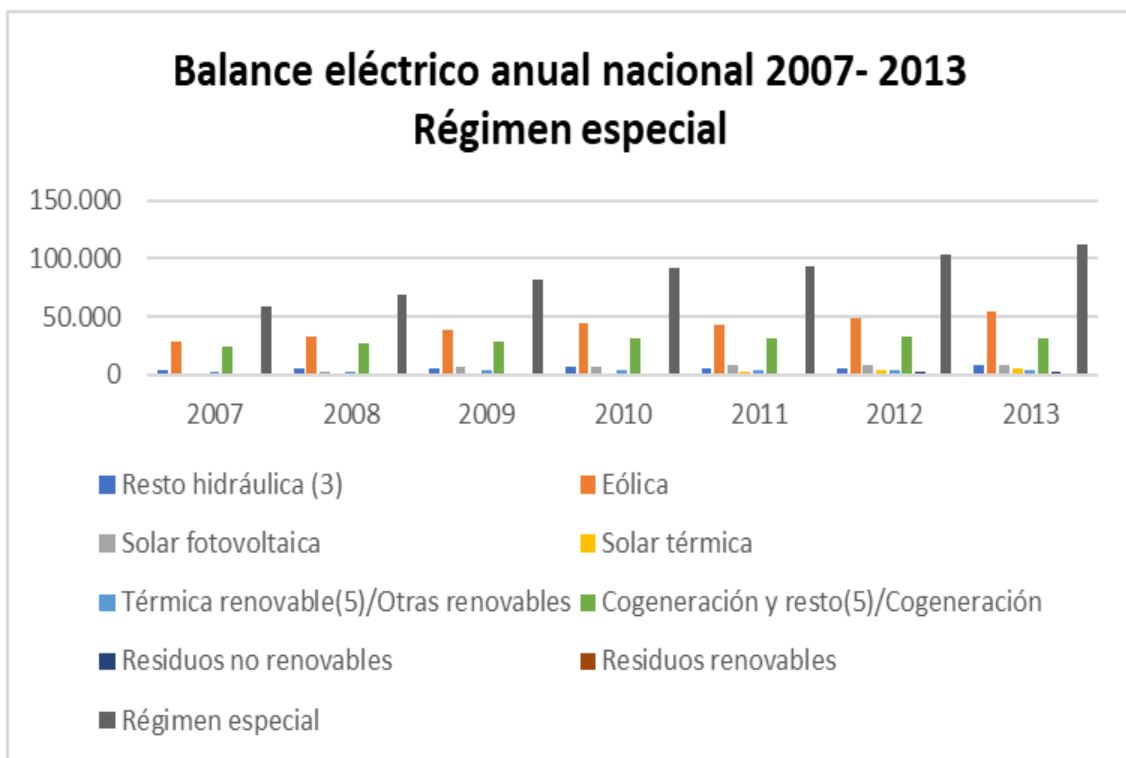


Figura 4 .Evolución del Balance eléctrico anual de 2007 al 2013 (GWh)

Fuente: Red Eléctrica de España (2017)

A diferencia del régimen ordinario, el régimen especial va aumentando regularmente desde el 2007 hasta el 2013, pasando de un consumo de esta energía en 58.269 a 112.112, lo que representa un aumento del 48% de utilización. Esto demuestra que se incrementa en España la incorporación de energías renovables de diferente índole y se incursiona en su utilización para lograr el desarrollo sostenible.

Es a partir del Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica, se generan cambios en el sector eléctrico que influyen en el comportamiento de la demanda y oferta del servicio eléctrico.

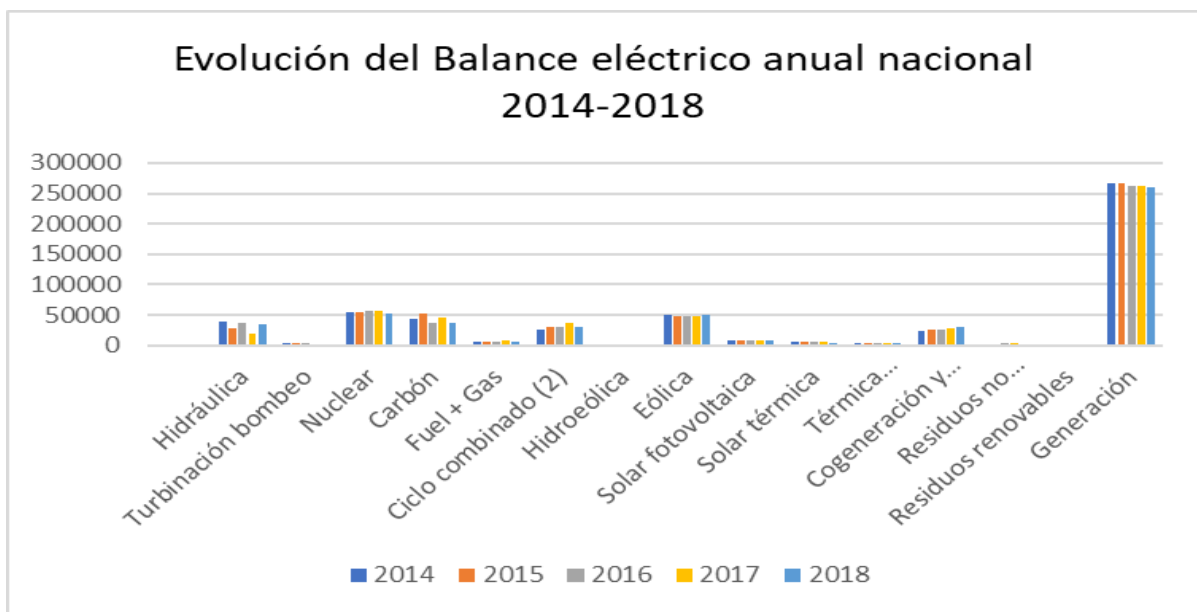


Figura 5. Evolución del Balance eléctrico anual nacional 2014-2018

Fuente: Red de España (2018)

Se evidencia una ligera disminución del consumo general de energía, con las nuevas normas que se establecieron en el 2014, se logró un impulso en la energía hidráulica, eólica y cogeneración. La energía nuclear se mantiene como una de las más importantes. En cuanto al consumo de energía final en España durante 2014, fue de 83.525 Ktep, un 2,7% inferior al de 2013, vale señalar que esta cifra incluye el consumo para uso no energéticos. Esta evolución se originó por la realidad económica y las condiciones de laboralidad y climáticas. La demanda final de energía eléctrica descendió un 1,9% en 2014 en referencia al 2013 dado a la reducción de la actividad

económica y las desigualdades estructurales del consumo. Hubo también una reducción en el consumo final de gas de un 3,7% y en el de los productos petrolíferos en un 2,7% en referencia al 2013. Mientras que el consumo de energías renovables se conservó en cifras iguales a las del 2013 (Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, 2014).

Durante el año 2016 la demanda de energía eléctrica final fue de 233.936 GWh, lo que representó un incremento del 0,8% en referencia al año 2015. Esta variación fue ocasionada por el progreso de la industria, que estuvieron favorecidas por las temperaturas. En cuanto a la producción eléctrica bruta, en España para el 2016, fue de 274.230GWh, menor al año 2015 en un 2% ocasionado por un descenso en la hidroeléctrica, iniciado en el 2015. También hubo una disminución ligera en la generación mediante energías renovables, así como también en la producción térmica alrededor de un 10%. y la producción térmica ha disminuido en un 10% aproximadamente (Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, 2016).

Para el año 2017 la demanda de energía eléctrica se incrementó en un 1,1 % respecto al 2016 mientras que la energía renovable disminuyó al valor más bajo obtenido en los últimos cinco años con un 33,7% debido al descenso importante en la producción hidráulica (un 49,1 % respecto al año anterior), causada por la sequía que afectó al país. Este descenso es reemplazado con una aportación mayor de energía no renovable (66,3 % frente al 59,7 % en 2016), que procedieron predominantemente de las centrales de ciclo combinado y de carbón (Red eléctrica española, 2017).

Este análisis de la evolución de la energía en España es de gran importancia, ya que permite mostrar cómo ha cambiado en el transcurso de los años la tendencia, utilizando las energías renovables cada vez con mayor impulso, para generar una rentabilidad y un desarrollo sostenible.

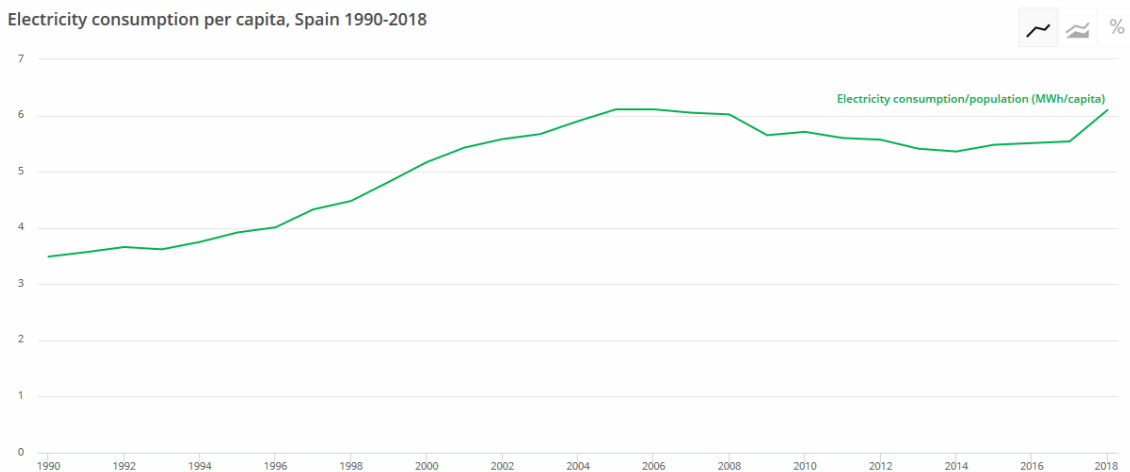


Figura 6. España-Consumo de Energía eléctrica (MWh per capita).
Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE)

En el consumo de la energía eléctrica se incluye la producción de las centrales eléctricas y de las plantas de cogeneración, así como las pérdidas ocurridas en la transmisión, distribución y transformación y el consumo propio de las plantas de cogeneración, las cuales se restan.

En Figura 6 se observa cómo a medida que aumentan el número de habitantes aumenta el consumo de la energía, así se evidencia que en 2018 hay un consumo de 6,1 MWh por persona.

6.2 Evolución del transporte y distribución de electricidad

En el año 2017, se pusieron en marcha 147 kilómetros de circuito y 108 posiciones de subestación en la red de transporte española. Con ello, la capacidad de transformación aumentó en 1.210 MVA, aumentando el total de la capacidad instalada de transformación nacional a 86.654 MVA.

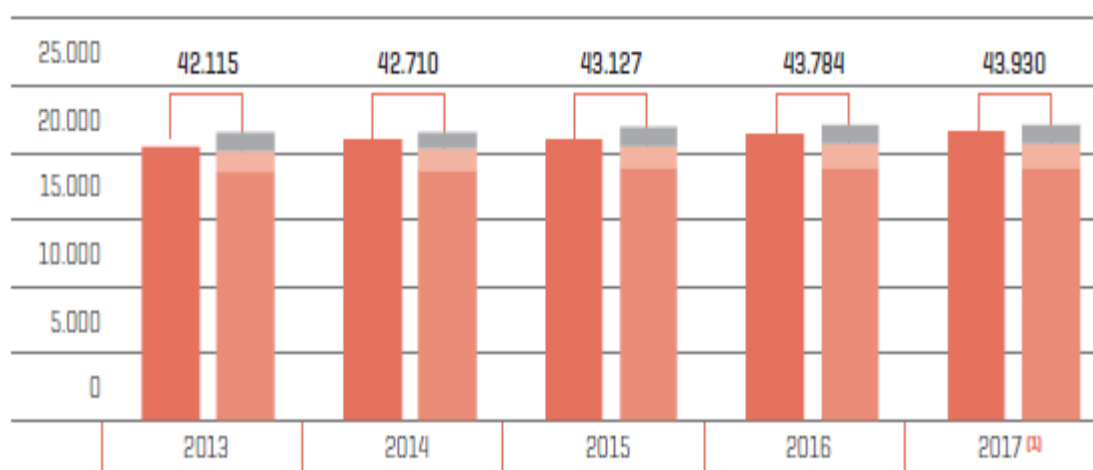
En las Tablas 4 y 5 se muestran los datos obtenidos de la Red Eléctrica de España, S.A. (2017). La Tabla 4 muestra líneas instaladas en 2017 en el medio peninsular o insular y su distribución en kilómetros acumulados, mientras que la Tabla 5 muestra la evolución de las líneas desde 2013 los kilómetros acumulados. Como se puede

comprobar, esta infraestructura ha experimentado un crecimiento en 2017 del 4% respecto a 2013.

	400 kV	≤220 kV			Total
	Península	Península	Baleares	Canarias	
Total líneas (km)	21.728	19.039	1.808	1.355	43.930
Líneas aéreas (km)	21.611	18.264	1.089	1.080	42.045
Cable submarino (km)	29	236	540	30	835
Cable subterráneo (km)	88	539	179	245	1.051
Transformación (MVA)	80.208	613	3.273	2.560	86.654

Tabla 4. Líneas de Transporte instaladas en 2017

Fuente: Red de España (2017)



PENÍNSULA 400kV PENINSULA ≤ 220kV BALEARES ≤ 220kV CANARIAS ≤ 220kV

(1) Datos provisionales pendientes de auditoría en curso.

Tabla 5. Líneas de Transporte de 2013 a 2017 (Km)

Fuente: Red de España (2018)

Las inversiones en la red de transporte son fundamentales para obtener una red flexible, robusta y mallada de carácter nacional, para facilitar el aprovechamiento de la generación de energía de manera económica y eficiente, favoreciendo la competitividad de las empresas y el poder adquisitivo de las familias. A decir de Atienza (2010) esta red solo se logrará si se eliminan las restricciones y los prejuicios que hasta los

momentos impiden la contribución del sistema eléctrico en el suministro limpio, eficiente y seguro.

6.3 Evolución de la demanda y el precio

En la Figura 7 puede verse la evolución del consumo de electricidad desde el año posterior a la liberalización del sector hasta el año 2017.

En el sistema peninsular, que representa algo más del 94 % de la demanda total española, el consumo anual de electricidad ha sido igualmente un 1,1 % superior a 2016. Ajustados los efectos de temperatura y de laboralidad, el crecimiento de la demanda eléctrica atribuible principalmente a la actividad económica aumentó hasta el 1,6 % respecto a 2016.

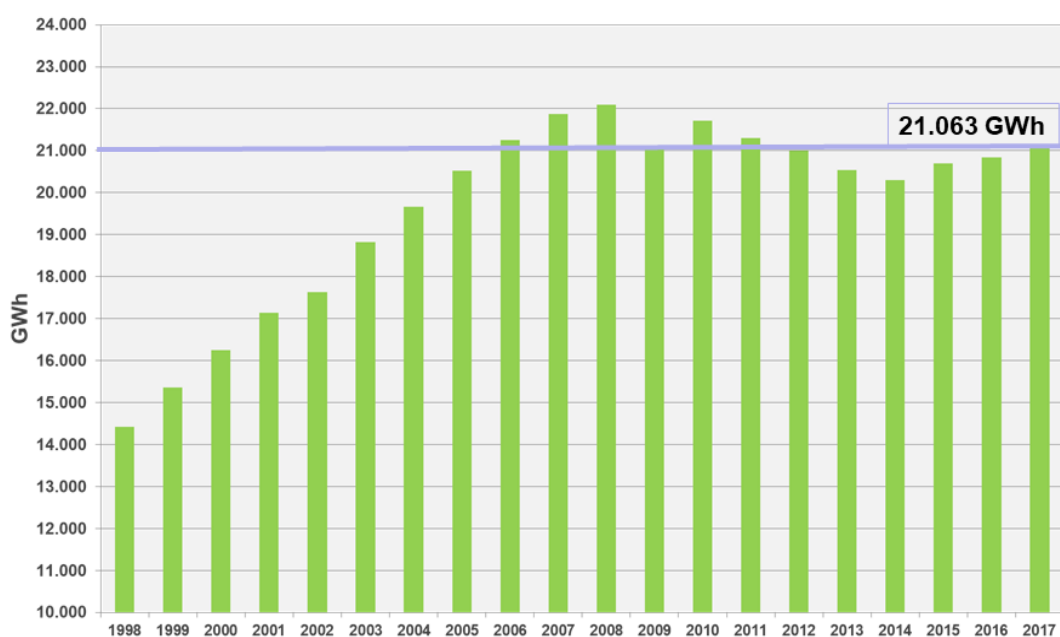


Figura 7. Evolución de la demanda media acumulada

Fuente: OMIE (2018)

En el año 2017, la demanda mensual de la península se caracterizó por una elevada volatilidad, con un crecimiento superior al 4 % en los meses de enero, junio y diciembre y con descensos superiores al 1 % en los meses de marzo, abril y septiembre.

Si se tiene en cuenta la influencia de la temperatura en la demanda, de la misma forma que sucedió en los tres años previos, en el año 2017 se registraron unas temperaturas más calurosas en verano y más suaves en invierno, superando la media histórica. En un 43,4 % de los días las temperaturas superaron la media histórica, principalmente en los meses de junio, julio y octubre. En cambio, en tan sólo el 8,5 % de los días del año se produjo esta situación, concentrándose, principalmente, en enero, marzo y, principios de diciembre.

6.4 Mercados que imponen el precio de la electricidad

Respecto al precio, existen en España dos formas de contratar la electricidad: el mercado libre y el regulado, dependiendo de cuál tenga contratado el consumidor, el precio del kWh lo establecerán distintos actores: en el mercado regulado es el Gobierno quien regula el mecanismo de ajuste del precio del kWh a través del mercado mayorista (pool) y en el mercado libre son las comercializadoras las que determinan el precio del kWh.

Con este método, el Gobierno aporta al mercado regulado el precio de la electricidad diaria y por hora en función del intercambio en el mercado mayorista, el cual se publica regularmente por Red Eléctrica de España.

Las tarifas de mercado regulado de electricidad se conocen como Precio Voluntario al Pequeño Consumidor (PVPC), y están dirigidas a consumidores con una potencia contratada inferior a 10 kW. Son las siguientes:

- a) Precio Voluntario al Pequeño Consumidor (PVPC):
 - Tarifas eléctrica por hora: el precio de la electricidad se calcula para cada día y hora en función del mercado diario de energía. Se requiere disponer de un contador digital.
 - PMP (Precio Medio Ponderado): salvo que el consumidor tenga un contador inteligente, las comercializadoras facturan en base a una media de precios que se publican y actualizan por la Red Eléctrica Española.

b) El mercado libre

Las tarifas de mercado libre van dirigidas a todos los consumidores de electricidad y pueden contratarse con cualquier comercializadora de luz. En este mercado, son las comercializadoras las que establecen el precio del kWh, aunque cuentan con la posibilidad de ofrecer descuentos y añadir otros servicios a sus tarifas.

En la Figura 8 se ha representado la evolución del precio total medido en euros por MWh desde el año 2010 a 2018 a partir de los datos ofrecidos por la Red Eléctrica de España, S.A. (2018)

El 1 de abril de 2014, se produjo la reforma del sistema eléctrico donde se cambió el sistema de fijación de precios, que dejaría de basarse en las subastas de electricidad y tomaría como referencia el coste establecido en el mercado mayorista (pool). La facturación por horas comenzó a aplicarse el 1 de octubre de 2015 tras un periodo de pruebas que se inició el 1 de julio de 2015. En estos dos periodos se puede comprobar cómo aumenta el precio medio durante 2014-2015 y cómo disminuye en 2015-2016.

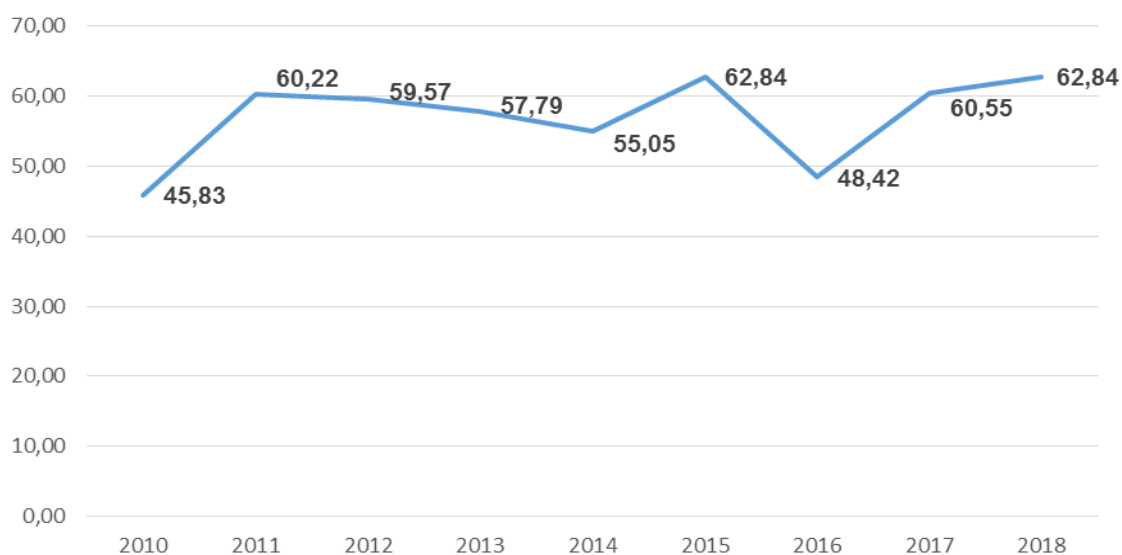


Figura 8. Evolución del precio medio de la electricidad (€/MWh) en el mercado diario (OMIE) de 2010 a 2018

Fuente: elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España S.A.

Los precios de la electricidad son de especial importancia dado que afectan a la capacidad competitiva internacional. La electricidad representa una parte importante de los costes de energía totales para las industrias y empresas de servicios. Al contrario que la energía procedente de combustibles fósiles, la electricidad presenta diferentes precios en los Estados miembros de la UE. (Eurostat, 2017).

Este problema se trató en una Comunicación de la Comisión Europea titulada “Enfrentarse al desafío de la subida de los precios del petróleo” [COM (2008) 384], en la que se requería a la UE un uso de la energía más eficaz y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles para frenar el cambio climático (Eurostat, 2017).

La Figura 9 muestra el de la electricidad para consumidores domésticos (impuestos incluidos) en los países de la UE (Eurostat, 2017). Como se puede comprobar, la media de la UE se sitúa en 0,2€/kWh y de la eurozona en 0,22€/kWh. Dinamarca y Alemania son los dos países con el precio más alto, situándose en 0,3€/kWh. Le siguen Bélgica con 0,29€/kWh, Irlanda con 0,24€/kWh y España en quinto lugar con 0,22 €/kWh. Ucrania es el país con el menor coste de energía eléctrica con 0,04€/kWh.

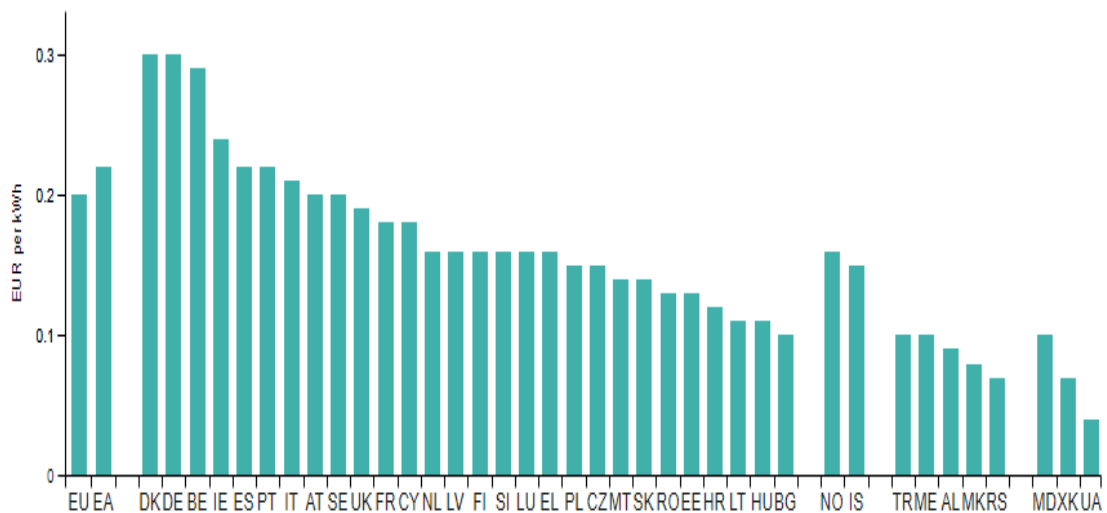


Figura 9. Precios de electricidad para consumidores domésticos (impuestos incluidos) 2017 (EUR por kWh)

Fuente: Eurostat (2017)

7. INFLUENCIA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

7.1 Concepto y tipología de las energías renovables

Las energías renovables se definen como nuevas fuentes de energía capaces de reponerse a un ritmo igual o superior a su consumo (González, 2009). También pueden ser definidas como fuentes energéticas de bajo impacto ambiental que se renuevan periódicamente por formar parte de ciclos naturales (Correa, 2007).

Actualmente, encontramos las siguientes energías renovables:

1. Energía eólica

Se aprovecha la energía cinética del viento para producir energía eléctrica. Esta puede ser terrestre o marina. La terrestre transforma la fuerza del viento en electricidad a través de unos aerogeneradores situados en tierra.

La energía eólica marina, que consiste en convertir la fuerza del viento en electricidad a través de aerogeneradores situados en el mar.

En los últimos años, ha sido la tecnología renovable que más se ha desarrollado en España y continuará teniendo un importante papel en la producción eléctrica según las previsiones para el año 2020.

2. Energía solar

Es aquella que aprovecha la radiación solar para su conversión en calor o electricidad. De esta forma se diferencia entre energía solar térmica y energía solar fotovoltaica. La primera de ellas emplea la radiación del sol para calentar un fluido que produce agua caliente o vapor. Las centrales solares

termoeléctricas emplean campos de espejos para concentrar la radiación solar directa, consiguiendo calentar un fluido a altas temperaturas.

En cambio, en la solar fotovoltaica transforma directamente la luz recibida del sol en electricidad, debido al efecto fotoeléctrico del silicio que compone los módulos fotovoltaicos. Se conectan a la red eléctrica de distribución a través de un inversor, que transforma la corriente continua procedente del módulo en electricidad con las mismas características que la de la red.

Dados los altos niveles de irradiación solar directa de España, en los últimos años, este tipo de energía ha tenido un crecimiento muy elevado convirtiendo al país en el líder mundial, en cuanto a esta tecnología se refiere, tanto en desarrollo de conocimientos como en potencia instalada.

3. Chimenea solar

Una chimenea solar es un gran colector solar plano que, a modo de invernadero, transforma la radiación solar en energía térmica. En el centro del colector se sitúa una chimenea de gran altura, por la que asciende por convección natural el aire caliente, accionando una turbina situada en el interior de la chimenea para generar electricidad.

Es capaz de funcionar las 24 horas del día con la energía almacenada en el suelo y gracias a la protección de pérdidas que proporciona el colector. A pesar de que en los momentos actuales no se conoce de la instalación de alguna de estas chimeneas, están contempladas en el informe Renovables 2050 (Greenpeace, 2005), en donde refieren que podrían instalarse 324.300 MW de potencia eléctrica basada en chimeneas solares, que generarían 836,2 TWh al año que lograría cubrir aproximadamente tres veces la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.

4. Energía hidráulica

Se obtiene del agua en movimiento. Su aplicación se remonta a finales del siglo XIX. La energía se produce aprovechando el desnivel para conducir el fluido a una instalación más baja. Se hace atravesar el agua por una turbina de alta velocidad, provocando un movimiento rotatorio que se transmite a un generador que producirán la energía eléctrica mediante paquetes de bobinas.

Dado a que en España se han aprovechado los recursos existentes, la energía hidroeléctrica se ha constituido en una de las fuentes principales de generación de electricidad del país alcanzando un elevado desarrollo tecnológico que le permite abastecer al mercado nacional.

5. Energía de las olas

La energía mecánica de las olas se aprovecha para su transformación en energía eléctrica. Este sistema aún no se encuentra en fase comercial en España.

Este tipo de energía necesita de una tecnología compleja, cuyo coste de instalación y operación es alto, que al unirse a las dificultades que presenta el medio hace que esta energía sea una de las tecnologías renovables menos conocida en España.

6. Biomasa

La biomasa es la energía de la materia orgánica, procedente de residuos (forestales, agrícolas, ganaderos, etc.) o de cultivos energéticos lo que hace que contribuya de manera relevante con la limpieza del ambiente. Para su producción se emplea una central de turbina de gas, que emplea como combustible el gas de gasógeno procedente de la gasificación de la biomasa, siendo la única energía renovable con emisiones de CO₂ neutro o positivo. El rendimiento energético total de conversión de la biomasa en electricidad es del 32,95%. Además, es la tecnología que genera más empleo.

7. Energía geotérmica

Consiste en extraer el calor de la tierra para producir energía. Esta se transporta a través de la roca y se desplaza desde el interior de la corteza terrestre hacia los niveles superficiales de la misma.

La tecnología empleada es la de roca seca caliente. El proceso consiste en inyectar un fluido a presión para que fisuren las rocas en la profundidad deseada, para que reciba el calor de las rocas y lo transporte a la superficie, donde se convierte ese calor en electricidad.

En España es una de las tecnologías menos conocidas, pues a pesar de que es gestionable y podría mantenerse en la producción de electricidad, genera incertidumbre referente al retorno de las inversiones, lo que la convierte en una inversión arriesgada para los promotores.

El estudio realizado por la Agencia Internacional de Energías Renovables señala que, si se alcanzara un 35% de generación renovable en 2030, se lograría incrementar un 1,1% el PIB mundial, la mejora del bienestar humano y la generación de más de 24 millones de empleos en el sector.

Al respecto, los países que integran la Unión Europea (UE) a través del tratado de funcionamiento de la UE (2012) han establecido el fomento de la eficiencia energética y su ahorro como uno de los principales objetivos del bloque comercial. Desde el año 1997 las energías renovables han ocupado gran parte de su agenda como único mecanismo para reducir la dependencia exterior en su abastecimiento energético.

7.2 Intervención de las energías renovables en el consumo bruto de energía final.

Antes de desarrollar el tema de la intervención de las energías renovables al consumo bruto de energía final, es necesario tener presente las siguientes definiciones:

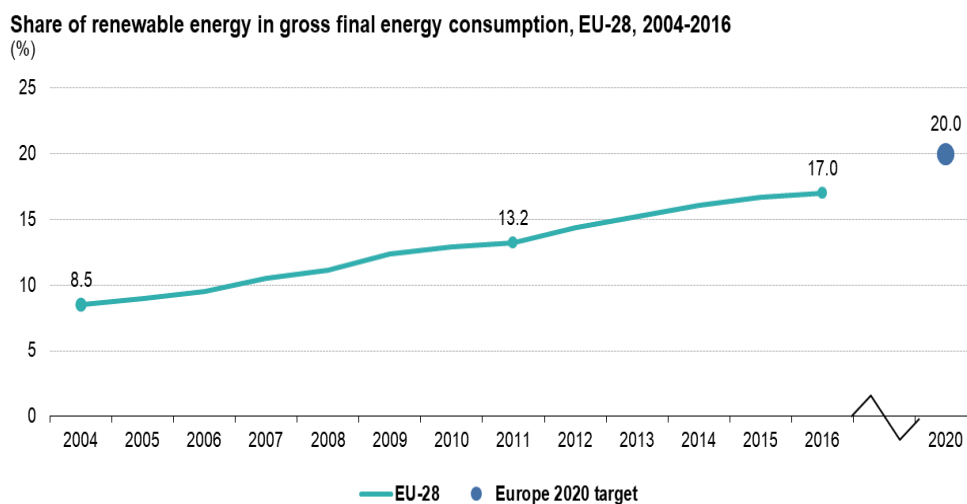
El consumo energético interior bruto se refiere a la cantidad total de fuentes energéticas empleadas para todos los fines.

La energía disponible para el consumo final se refiere a la cantidad total de recursos energéticos que están disponibles para los consumidores, ya sean estos privados, industriales o comerciales e industriales. En esta definición se incluyen los productos energéticos que pueden emplearse con fines no energéticos como en los procesos químicos, por ejemplo, pero se excluye la energía empleada en los procesos de transformación, por ejemplo, en refinerías y plantas de energía eléctrica.

El consumo bruto de energía final se refiere a los productos energéticos que se proporcionan con fines energéticos a las industrias, los hogares, el transporte, la agricultura, la pesca, la silvicultura, los servicios en los que se incluyen a los servicios públicos, e integran además el consumo de calor y electricidad por la rama de energía para la producción de electricidad y calor, e incluidas las pérdidas de electricidad y calor en la distribución y el transporte, de acuerdo a la definición de la Directiva 2009/28/CE relativa a las energías renovables.

De esta manera tenemos que la producción de energía renovable se origina mediante la correspondencia del consumo de energía renovable en el consumo final bruto de energía, mientras que el consumo final bruto de energía se corresponde a la energía que emplean los consumidores finales más el autoconsumo de las centrales eléctricas y las pérdidas de la red.

En la UE se ha incrementado el uso de energía renovable, en donde su intervención ha sido el doble desde 2004, momento en el cual las energías renovables alcanzaban el 8,5% del consumo bruto de energía final. Durante el período 2004-2016 hubo un incremento anual de la proporción de energía renovable cuyo promedio fue de 5.9%. No obstante, el crecimiento anual tuvo una desaceleración leve llegando a 5.2% en el corto plazo 2011-2016.



Source: Eurostat (online data code: sdg_07_40)

eurostat 

Figura 10. Proporción de energía renovable en el consumo final bruto de energía, EU-28, 2004-2016(%)

Fuente: Eurostat (sdg_07_40)

En la Figura 10 se observa cómo ha sido la participación de las energías renovables en el consumo bruto de energía final. La misma, refleja un incremento considerable de la energía renovable en la UE en los últimos años. Así se observa que, el porcentaje de energía que procede de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía pasó de un 8,5 % aproximadamente en 2004 al 17,0 % en 2016, es decir, se duplicó.

Este resultado positivo ha sido favorecido por los objetivos jurídicamente vinculantes orientados a incrementar el porcentaje de energía proveniente de fuentes renovables que han sido establecidos por la Directiva 2009/28/CE, concerniente al desarrollo del uso de la energía de fuentes renovables. En conjunto, la UE se encuentra cerca de cumplir los objetivos de 2020, sin embargo, algunos Estados miembros, en el que se incluye España, tendrán que aumentar sus esfuerzos para cumplir las obligaciones en relación con los dos objetivos principales: el porcentaje total de energía proveniente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía y el porcentaje específico de energía proveniente de fuentes renovables en el transporte. Para el 2020, España

debe alcanzar al menos el 20% del consumo de energía final bruto y un 10% de contribución, provenientes de las fuentes renovables en el sector transporte.

Los resultados del consumo y la producción, hasta los momentos se alejan del objetivo. En el año 2014 el consumo final bruto de energía, procedente de fuentes limpias obtuvo un 16,14% y en el 2015 casi no hubo incremento, apenas 0,01% para obtener un 16,15% (Planeles, 2017), pero la aportación de las energías renovables sin tomar en cuenta los biocombustibles fue del 16,2% de acuerdo a EUROSTAT (2017).

Durante, el año 2016 la aportación de las energías renovables fue de 15,9% y el consumo de energía final en España fue de 85.874 ktep distribuido de la siguiente manera: Productos petrolíferos 45.169 ktep (52,6%), Gas natural 13.911 ktep (16,2) Electricidad NO renovable 11.850 ktep (13,8%), Electricidad renovable 8.160 Ktep (9,6%), Renovables térmicas 5.410 ktep (6,3%), Carbón 1.374ktep (1,6%) (Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD), 2016). Estos resultados demuestran que el consumo de productos petrolíferos fue relevante y por tanto, España debería efectuar acciones para obtener una producción más alta de elementos que pudieran sustituir esta fuente por otras renovables, ya sea mediante el coche eléctrico o la utilización de biocombustible.

Según datos de APPA (2017), las renovables alcanzaron un 17,3% en el consumo de energía final bruta en España, y en el 2017, hubo una disminución de la cuota quedando en un 16,7%, lo que no permite acercar al país al objetivo del 20%.

- **Producción primaria de energía que procede de fuentes renovables**

En el año 2016 la producción primaria de energía que proviene de fuentes renovables en la EU-28 sumó 211 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep). En el período 2006 y 2016, la cantidad de energía renovable que se producía en la EU-28 tuvo un aumento total de un 66,6 %, equivalente a un promedio anual del 5,3 %.

En 2016, las fuentes más relevantes entre las energías renovables en la EU-28 fueron la madera, los biocombustibles sólidos y los residuos renovables que significaron el 49,4 % de la producción primaria de renovables. La segunda fuente de energía más

importante fue la hidroeléctrica con un 14,3 % del total, sucedida por la energía eólica con un 12,4 %. A pesar de que la energía eólica y la solar conservaron niveles de producción bajos, se produjo una expansión en esta última llegando a ascender a un 6,3 % de la energía renovable que se produjo en la EU-28 durante el 2016, y la energía geotérmica representó un 3,2 % del total. En cuanto a la energía mareomotriz los niveles son muy bajos, y se encuentran concentradas en países como Reino Unido y Francia.

En España las fuentes primarias de energía más consumida ha sido el petróleo, manteniéndose las energías renovables como la tercera fuente de energía primaria desde el 2015 hasta el 2017. El consumo de energía primaria en España en el 2017 se incrementó a un 2,4%. En ello, el petróleo participó con un 43,8%, seguido del gas natural con 21,4%, luego las renovables con el 13,9%, la energía nuclear con un 11,9% de participación y finalmente, el carbón con un 10,5% (APPA,2017).

- Consumo de energía que procede de fuentes renovables

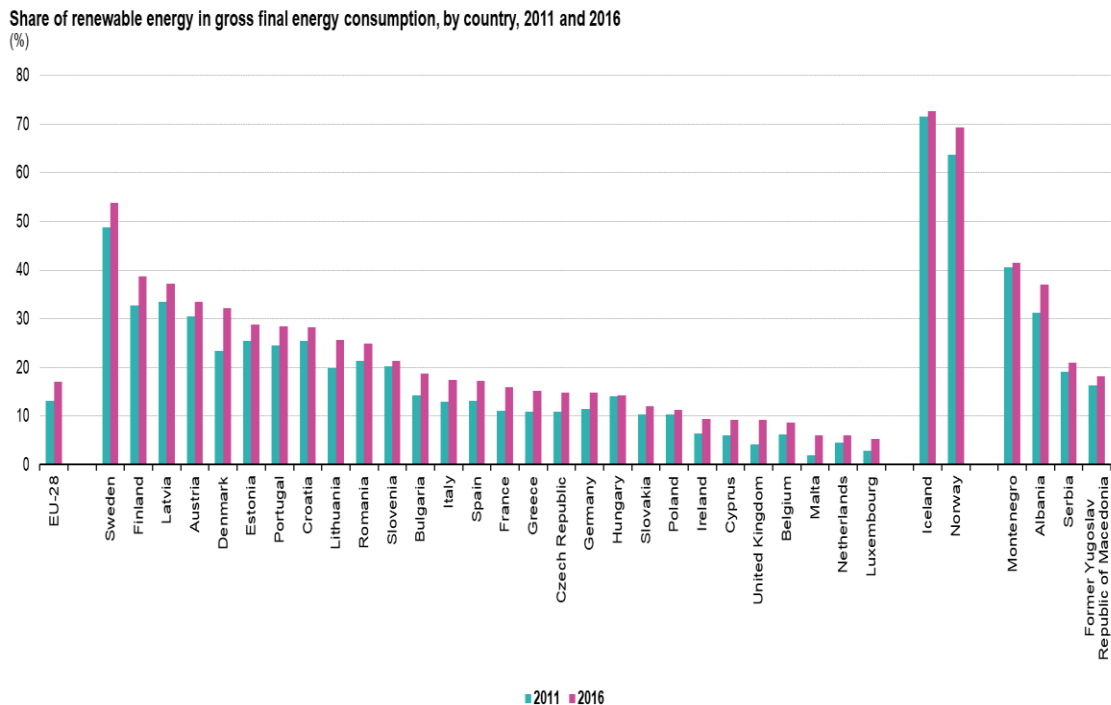
En el 2016 las fuentes de energía renovable significaron un 13,2 % del porcentaje de consumo interior bruto de energía de la EU-28. Las fuentes que intervienen en gran medida continúan siendo la madera y otra biomasa sólida, sin embargo, su evolución ha sido muy lenta desde 1990 al compararla con otras fuentes. Lo que implicó que en 2016 el porcentaje de este combinado descendió al 59,3 %.

Cabe señalar que el porcentaje de renovables en el consumo interior bruto en ocasiones tiende a confundirse con el porcentaje de renovables en el consumo final bruto de energía, pero no son lo mismo, este último es el indicador oficial que estableció la Directiva 2009/28/CE con el fin de realizar el seguimiento del objetivo para 2020 sobre el empleo de energía procedente de fuentes renovables.

Como se ha expresado con anterioridad en este trabajo, la energía renovable se genera de una gran variedad de fuentes y el consumo de energía renovable por tipo varía mucho entre los Estados miembros de la UE.

El Figura 11 proporciona una visión general de la distribución de los tipos de energía renovable en el consumo interior bruto en los Estados miembros en el año 2016. En el podemos observar que el consumo interior bruto de las fuentes renovables tuvo una gran relevancia en países como Finlandia (49 %), Austria (45 %), Dinamarca (35 %), Portugal (30%), España (25%) superados por los países como Islandia (79 %), Noruega (75 %) y Suecia (55 %). Los porcentajes presentados en este análisis son datos aproximados.

Figura 11: Participación de la energía renovable en el consumo final bruto de energía, por país, en el período comprendido entre 2011 y 2016 (%)



Source: Eurostat (online data code: sgd_07_40)



Fuente: Eurostat (sgd_07_40)

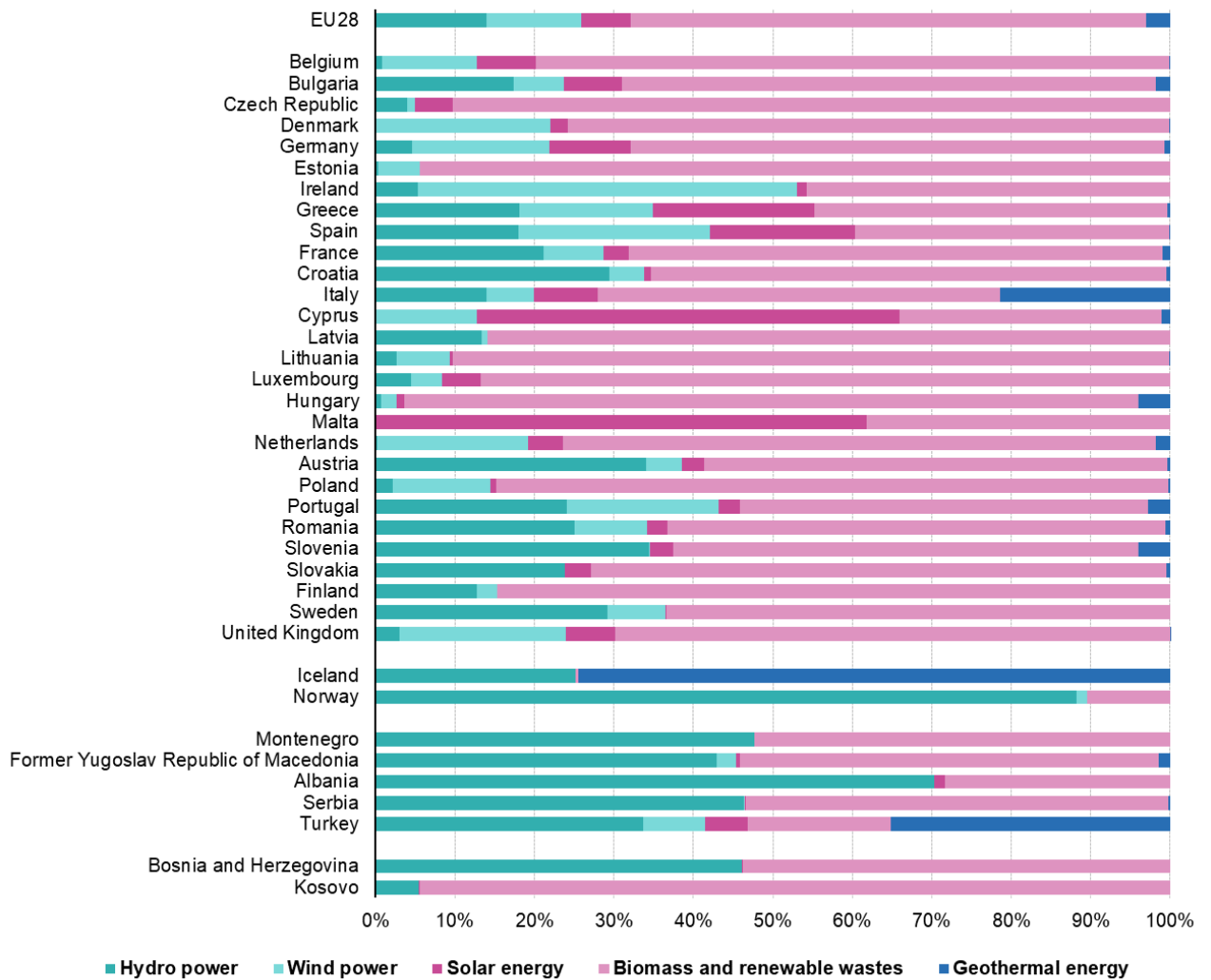
En cuanto al consumo interior bruto de renovables, por país, pero también por fuente de generación de la energía, en la figura 12 podemos observar que la Biomasa y los

residuos renovables son la fuente que más genera la energía renovable utilizada en casi todos los países miembros a excepción de Turquía y entre aquellos países que más la emplean se encuentran Hungría, Estonia, República Checa y Finlandia. Le sigue la fuente de hidroeléctrica cuyo país con porcentajes más alto es Noruega y la energía Eólica con Irlanda como país con mayor porcentaje, siendo las fuentes menos utilizadas la energía geotérmica en donde Islandia y Turquía son los países con mayor porcentaje y, la energía solar con Malta como el país el más alto porcentaje.

La conferencia “Primer balance energético provisional 2016 perspectivas 2017” del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (2016), en el año 2016 las energías renovables contribuyeron al consumo de energía primaria en un 14% correspondiente a 17.288 ktep, teniendo por delante el Petróleo 54.950 ktep (44,5%) y el Gas Natural 25.191 ktep (20,4 %). Así constituyen desde el 2015 en la tercera fuente energética de España, pero son la primera fuente de energía en la producción de energía eléctrica total de España, la cual para el año 2016 representaba el 38,1 %.

De esta manera, el consumo de energía eléctrica en la actualidad se compone del 60% proveniente de los combustibles fósiles y aproximadamente un 40% proveniente de las energías renovables. Los combustibles fósiles fueron los que más se emplearon en el 2017, representando el 77,4% del consumo de energía primaria para ese año (APPA, 2017).

Gross inland consumption of renewable energy, by source, by country, 2016
 (% of total renewable energy)



Source: Eurostat (online data code: nrg_107a)



Figura 12 Consumo interior bruto de energía renovable, por fuente, por país, 2016 (% del total de energía renovable)

Fuente: Eurostat (nrg_107a)

Dependencia energética

El término dependencia energética se refiere a la proporción de las necesidades energéticas del interior que son cubiertas por las importaciones que se realizan a otros países. Esta dependencia a los proveedores de energía expone a cualquier economía a los precios inestables del mercado mundial, así como al riesgo de escasez de suministro, que puede ser causado por diferentes motivos, por ejemplo, los ocasionados por conflictos geopolíticos. Estos riesgos se incrementan cuando la dependencia está relacionada a países individuales, lo que frecuentemente es el producto de la infraestructura existente de suministro.

En las dos últimas décadas, la dependencia energética en la EU ha venido incrementándose de manera significativa dado a que la producción primaria doméstica de carbón duro, gas natural, petróleo, lignito y recientemente, la energía nuclear ha tenido disminuciones. Durante el período 2001-2016, el crecimiento anual promedio a largo plazo ascendió al 0,8%. No obstante, la dependencia energética se ha reducido en un promedio de 0.1% anual, en los últimos cinco años.

Energy dependence, by product, EU-28, 2000-2016

(% of imports in total energy consumption)

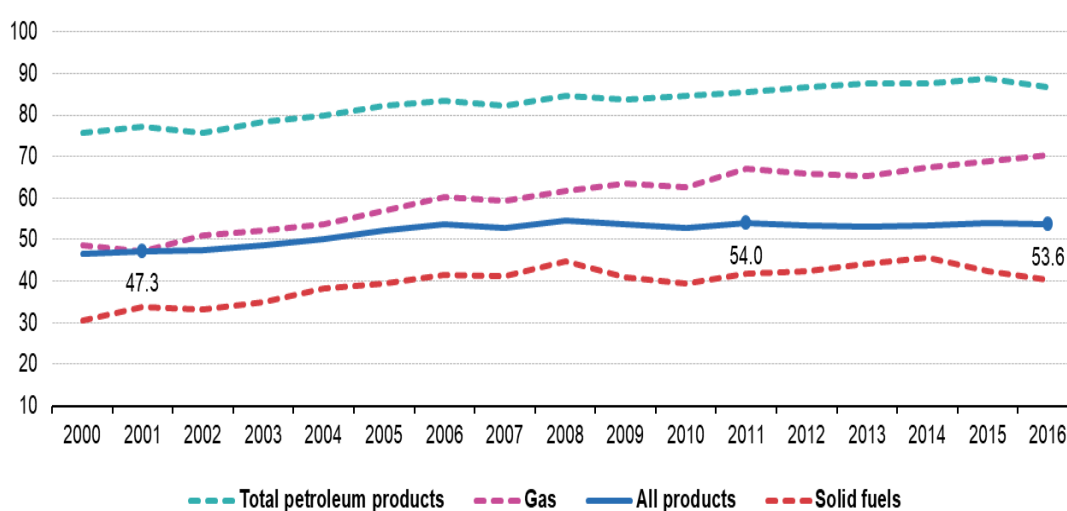


Figura 13. Dependencia energética, por producto, EU-28, 2000-2016 (% de las importaciones en el consumo total de energía)

Fuente: Eurostat (sdg_07_50)

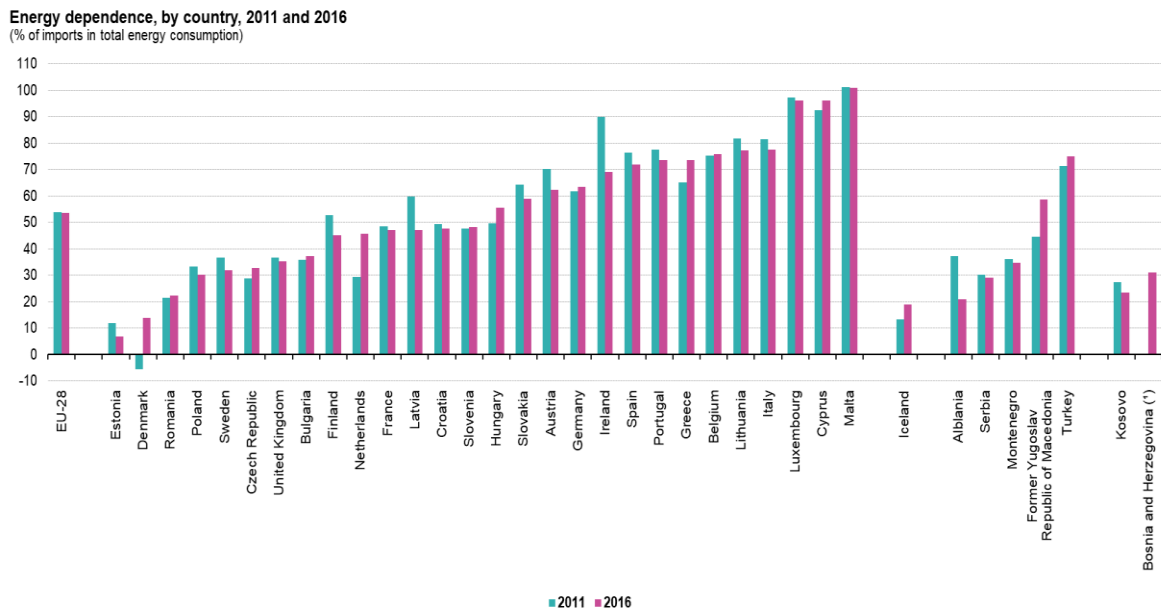
En la figura 13 se presentan los productos energéticos importados para cubrir las necesidades y que conllevan a una relación de dependencia entre países productores de energías renovables y aquellos que no tienen suficientes reservas o tecnología para producir o transformar las fuentes energéticas. De esta manera se observa que es el producto energético que más se importa durante el período 2000-2016, es el petróleo y que además su importación se encuentra en alza durante el período, pues el incremento va desde el 70% hasta el 80%. Le sigue el Gas que inicia con un 50% de las exportaciones en el 2000, reduciendo en el 2001, para despuntar a partir del 2002 hasta llegar al 2016 con un poco más del 60%. En tercer lugar, se encuentran los combustibles sólidos con altibajos, hasta el 2008 se observa un incremento en la importación de este producto, a partir de allí desciende un poco para repuntar en el 2014, volviendo a bajar, no obstante, el porcentaje de importación está muy por debajo del gas y del petróleo, teniendo valores que oscilan entre el 30% y el 40%. Por último, se muestra la importación de todos los productos para detallar que las importaciones tienen una media de 47,3% al inicio del período para llegar a su máximo en el 2011 con el 54% y finalizar en el 2016 con una ligera baja reflejada en el 53,6 %.

La dependencia energética de España ha sido por muchos años la adquisición de los combustibles fósiles, la cual tuvo el máximo repunte en el 2008 alcanzando el 81,3%. Paulatinamente, la generación procedente de fuentes renovables ha permitido la disminución de esta dependencia, tan es así que, en 2013, España logra una dependencia del 70,4%, la cual mantuvo su ascenso en 2014 (72,9%) y 2015 (73,3%), pero en 2016 se redujo un poco (72,3%).

En el año 2017, la producción renovable tuvo una baja ocasionada por la sequía que golpeó fuertemente a España en cuanto a energía hidráulica para originar electricidad, y se incrementó la importación de combustibles fósiles requeridos para remplazar la baja del 47,5% de generación hidráulica, colocando a España nuevamente en una dependencia energética del 76,1% y en un 20% por encima de la media de 28 países que de la Unión Europea (APPA, 2017).

Finalmente, se presenta en el Figura 14 los países que presentaron mayor dependencia energética comparando dos años: 2011-2016. Se observa claramente que en ambos

años Malta fue el país de mayor dependencia energética con el 100%, seguido de Luxemburgo cuya dependencia oscila entre un 99 y 95% evidenciándose la ligera baja en el 2016 y, en tercer lugar, Chipre donde ocurrió lo contrario, en el 2011 presentaba menor dependencia energética aproximadamente 90% que se incrementó en un 95% en el 2016.



(*) No data for 2011.

Source: Eurostat (online data code: sgd_07_50)



Figura 14. Dependencia energética, por país, 2011 y 2016 (% de las importaciones en el consumo total de energía)

Fuente: Eurostat (sgd_07_50)

7.3 Estado actual de las energías renovables en el mundo

Con el avance del sistema eléctrico y la intervención de la unión europea, las energías renovables han ido sustituyendo gran parte de los combustibles fósiles y de la energía nuclear en los cuatro mercados: generación de electricidad, aplicaciones térmicas, carburantes para transporte y servicios energéticos.

El aumento del interés por el uso de energías renovables es debido a que estas fuentes energéticas favorecen la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes, además disminuyen la dependencia energética y fomentan la creación de empleo y de desarrollo tecnológico.

El informe de la situación mundial de las energías renovables de 2016 (REN21) *, señala que el 76,3 % de la energía eléctrica se obtiene de fuentes no renovables, y el restante 23,7 %, de energías verdes. En concreto, la eólica es, después de la hidráulica, una de las fuentes de energía más productivas para generar electricidad. Por ello, en 2015 la energía eólica se convirtió en la fuente principal de la nueva capacidad de generación de electricidad en Europa y Estados Unidos, y la segunda en China.

En muchos países, la energía eólica supone una gran parte del aporte eléctrico total. En España cubrió, en 2015, el 18,3% de la demanda. España ocupa la quinta posición en el ranking mundial de países con mayor capacidad eólica per cápita, después de Dinamarca, Suecia, Alemania e Irlanda, y también es uno de los países líderes en la fabricación de turbinas eólicas (Greenpeace, 2017).

En la figura 15 encontramos los principales países consumidores de energías renovables dependiendo de la fuente. En la energía hidráulica (Hidropower) destacan China, Brasil, Estados Unidos, Canadá y Rusia. En la energía fotovoltaica (PV) destacan Alemania, China, Japón, Italia y Estados Unidos. En la energía termosolar (CSP) destacan España, Estados Unidos, India, Emiratos Árabes y Argelia. La energía geotérmica se emplea principalmente en Estados Unidos, Filipinas, Indonesia, México y Nueva Zelanda. La energía eólica destaca en China, Estados Unidos, Alemania, España e India. Por último, la biomasa se emplea principalmente en Estados Unidos, Alemania, China, Brasil y Japón.



Figura 15. Consumo mundial de energía 1950-2050
Fuente: Deltavolt (2018)

7.4 Potencial de las energías renovables en España

Según el informe de Greenpeace (2016), España es un país cuyos recursos renovables tienen un gran potencial y debería ser implementado. De hecho, la capacidad actual es superior a la demanda en algunas fuentes de energía y, por tanto, para su implementación no requerirían una gran inversión en infraestructuras. En concreto se proponen los planes de aumento de capacidad que se resumen en la Tabla 6 (Greenpeace, 2016).

Fuente energética	Techo de potencia y de generación eléctrica con su tecnología	Medida de incremento
Geotérmica	<p>Techo de potencia= 2,48 GW</p> <p>Techo de generación eléctrica= 19,53 TWh/a</p> <p>(7% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>Se podrían instalar 2.480 MW de potencia eléctrica basada en la energía geotérmica, y se podrían generar 19,53 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 7% de la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>Al ser una energía que está disponible de manera permanente, su contribución puede ser muy útil para la regulación del sistema eléctrico, además de poderse aprovechar para usos no eléctricos.</p> <p>El mayor potencial se ubica en Castilla La Mancha, Castilla León y Andalucía.</p>
Hidráulica	<p>Techo de potencia= 18,80 GW</p> <p>Techo de generación eléctrica= 37,61 TWh/a</p> <p>(13,5% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>La potencia hidroeléctrica podría alcanzar 18.800 MW, que podrían generar 37,61 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 13,5% de la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>Al ser una energía almacenable, su contribución puede seguir siendo muy útil para la regulación del sistema eléctrico.</p> <p>El mayor potencial se ubica en Castilla y León, Galicia y Cataluña.</p>

Tabla 6. Potencial de las energías renovables en España

Fuente: Greenpeace (2017)

Fuente energética	Techo de potencia y de generación eléctrica con su tecnología	Medida de incremento
Biomasa	<p>Techo de potencia= 19,46 GW</p> <p>Techo de generación eléctrica= 141,47 TWh/a</p> <p>(50,5% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>Se podrían instalar 19.460 MW de potencia eléctrica basada en la biomasa, y se podrían generar 141,47 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 50,5% de la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>Al ser una energía almacenable, su contribución puede ser muy útil para la regulación del sistema eléctrico, además de poderse aprovechar para usos no eléctricos.</p> <p>El mayor potencial se ubica en Castilla y León. Es de destacar que Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura y Aragón podrían generar con biomasa una cantidad de electricidad superior a su propia demanda eléctrica proyectada en 2050.</p>
Energía mecánica de las Olas	<p>Techo de potencia= 84,4 GW</p> <p>Techo de generación eléctrica= 296 TWh/a</p> <p>(105,7% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>Se podrían instalar 84.400 MW de potencia eléctrica basada en la energía de las olas, y se podrían generar 296 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 105,7% de la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>El mayor potencial se ubica en Galicia, Andalucía, Cataluña y Asturias.</p>

Tabla 7. Potencial de las energías renovables en España II

Fuente: Greenpeace (2017)

Fuente energética	Techo de potencia y de generación eléctrica con su tecnología	Medida de incremento
Eólica marina	<p>Techo de potencia= 164,76 GW</p> <p>Techo de generación eléctrica= 334 TWh/a</p> <p>(119,3% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>Se podrían instalar 164.760 MW de potencia eléctrica basada en la energía eólica marina, y se podrían generar 334 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 119,3% de la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>El mayor potencial se ubica en Castellón. Asimismo, es de destacar que Galicia, Asturias, Cantabria, Valencia y Andalucía podrían generar con eólica marina una cantidad de electricidad superior a su propia demanda eléctrica proyectada en 2050.</p>
Eólica terrestre	<p>Techo de potencia= 915 GW</p> <p>Techo de generación eléctrica= 2.285 TWh/a</p> <p>(816,1% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>Se podrían instalar 915.000 MW de potencia eléctrica basada en la energía eólica terrestre, y se podrían generar 2.285 TWh al año, lo que permitiría cubrir en más de ocho veces la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>El mayor potencial se ubica en las dos Castillas y Andalucía. Es de destacar que cada una de éstas podría generar con eólica terrestre una cantidad de electricidad superior a toda la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050. Además, todas las comunidades, con la única excepción de Madrid, podrían generar con eólica terrestre una cantidad de electricidad superior a su propia demanda eléctrica proyectada en 2050.</p>

Tabla 8. Potencial de las energías renovables en España III

Fuente: Greenpeace (2017)

Fuente energética	Techo de potencia y de generación eléctrica con su tecnología	Medida de incremento
Chimenea solar	<p>Techo de potencia= 324,3 GW</p> <p>Techo de generación eléctrica= 836,2 TWh/a</p> <p>(298,6% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>Se podrían instalar 324.300 MW de potencia eléctrica basada en chimeneas solares, y se podrían generar 836,2 TWh al año, lo que permitiría cubrir en cerca de tres veces la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>El mayor potencial se ubica en las dos Castillas y Andalucía.</p>
Solar fotovoltaica integrada en edificios	<p>Techo de potencia= 494,5 GWp</p> <p>Techo de generación eléctrica= 569,3 TWh/a</p> <p>(203% de la demanda eléctrica peninsular 2050)</p>	<p>Se podrían instalar 494.500 MWp de potencia fotovoltaica integrada en edificios, y se podrían generar 569,3 TWh al año, lo que permitiría cubrir más del doble de la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050.</p> <p>El mayor potencial se ubica en Andalucía y Cataluña.</p> <p>Es de destacar que todas las comunidades, excepto Asturias y el País Vasco, podrían generar con fotovoltaica integrada en edificios una cantidad de electricidad superior a su propia demanda eléctrica proyectada en 2050.</p>

Tabla 9. Potencial de las energías renovables en España IV

Fuente: Greenpeace (2017)

Fuente energética	Techo de potencia y de generación eléctrica con su tecnología	Medida de incremento
Solar fotovoltaica con seguimiento	Techo de potencia= 708,4 GWp Techo de generación eléctrica= 1.382,2 TWh/a (494% de la demanda eléctrica peninsular 2050)	Se podría conseguir 708.400 MWp de potencia fotovoltaica en instalaciones de energía solar fotovoltaica con seguimiento, y se podrían generar 1.382,2 TWh al año, lo que permitiría cubrir en cerca de cinco veces la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050. El mayor potencial se ubica en las dos Castilla
Solar termoeléctrica	Techo de potencia= 2.739 GW Techo de generación eléctrica= 9.897 TWh/a (3.534% de la demanda eléctrica peninsular 2050)	Se podrían instalar 2.739.000 MW de potencia eléctrica en centrales termosolares, y se podrían generar 9.897 TWh al año, lo que permitiría cubrir en más de treinta y cinco veces la demanda eléctrica peninsular proyectada en 2050. El mayor potencial se ubica en Castilla y León.

Tabla 10. Potencial de las energías renovables en España V

Fuente: Greenpeace (2017)

En definitiva, de este análisis se puede concluir que España posee unas características propias que le permiten implementar las energías renovables sin mayor impedimento que la inversión en instalaciones. Además, generando energía eléctrica a través de fuentes renovables puede combinar diferentes tecnologías pues en su mayoría tienen capacidad suficiente para abastecer la demanda del país.

En la figura 16 se ha representado el número de veces que sería posible satisfacer con cada energía renovable la demanda energética total del país. Como se puede comprobar, la energía solar y la eólica son las que tienen un mayor potencial.

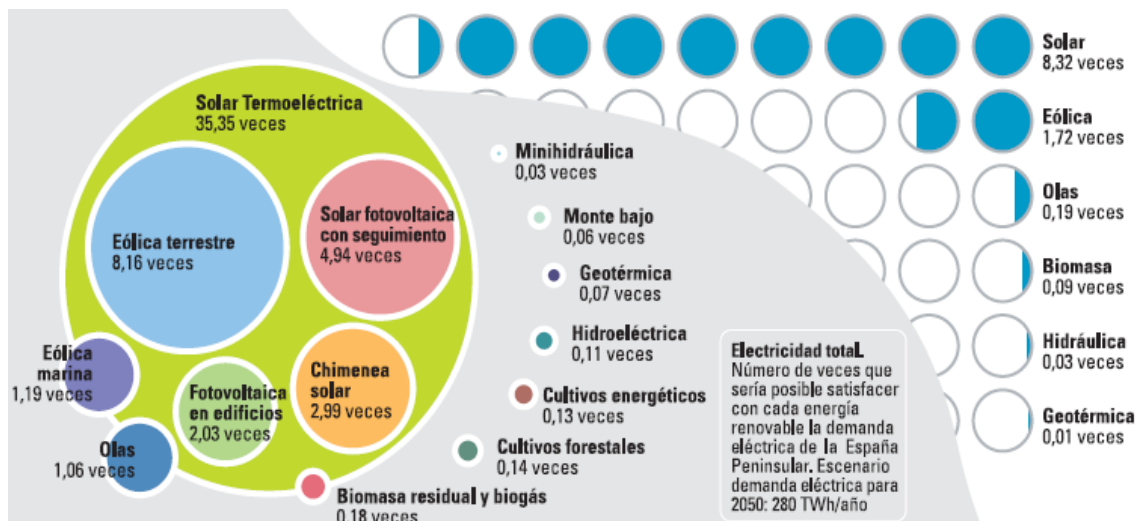


Figura 15. Número de veces que sería posible satisfacer con cada energía renovable la demanda energética total del país

Fuente: Greenpeace (2017)

Teniendo en cuenta el aumento de capacidad de las energías renovables, este podría influir de forma importante en los precios finales debido a la concurrencia de la oferta y la demanda.

7.5 Beneficios generados por las renovables

El empleo de las energías renovables favorece de manera considerable a la economía española, especialmente en el sector energético y al sistema eléctrico. Se mencionará a continuación algunos de los beneficios obtenidos de las renovables:

- Beneficios en el sector energético y sistema eléctrico:

En el año 2017 gracias a las aportaciones generadas por los biocarburantes, la energía térmica y eléctrica, España dejó de importar en el sector energético 20.068.185 toneladas de combustible fósiles obteniendo un ahorro económico de aproximadamente 6.951 millones de euros, además de impedir la emisión de 56.850.744 toneladas de CO₂ a la atmósfera, las cuales se valoraron en 332 millones de euros aproximadamente (APPA, 2017).

En el sistema eléctrico para ese mismo año, 2017, la inclusión de este tipo de energías produjo una disminución en el coste de compra de la energía en el Mercado Diario de OMIE valorado en 2.584 millones de euros, derivado de la reducción del precio del MWh a 10,23 euros. A mayor inclusión de las energías renovables en el mix de generación eléctrica, mayor es la disminución en el precio de casación. Gracias a su inclusión se logró tener 52,24 €/MWh.

Otros ahorros obtenidos en el sistema eléctrico generados por las renovables se dieron en el rubro de las importaciones con 2.115 millones de euros y en las disminuciones de emisiones de CO₂, cuyo valor fue de 237 millones. En total, la retribución generada por las energías renovables suma 5.624 millones de euros, obteniendo 3.090 millones más que los ahorros que provienen del mercado. Al compararse con la retribución regulada percibida en 2014 significó 386 millones por encima de esta. Desde el año 2014 hasta el 2017, el sistema eléctrico ha cerrado con ganancias superiores a 5.000 millones en cada uno de estos años, poniendo en evidencia que el déficit tarifario no era causado por la retribución (APPA, 2017).

Al tomar los últimos diez años del sistema energético español y analizar de manera conjunta el ahorro en importaciones de combustibles fósiles, el ahorro en emisiones de CO₂ y la rebaja del coste en el mercado, se evidencia que las renovables han ahorrado a este sistema 70.898 millones de euros (APPA, 2017).

- Beneficios socioeconómicos:

La utilización de las renovables ha generado también empleos en la sociedad español, siendo las tecnologías eólicas, solar termoeléctrica, fotovoltaica, marina y biocarburantes las que permitieron establecer más puestos de trabajo en 2017, a pesar de que aún no se ha recuperado el 40% de puestos de trabajo perdidos en referencia a 2011, cuando se contaban con 127.548 empleos a nivel nacional.

7.5.1 Algunos aspectos económicos sobre las tecnologías de las energías renovables.

- Hidrocarburos

En España la capacidad de producción de hidrocarburos ha tenido un gran crecimiento, pero el consumo de esta energía ha venido en disminución. Esto viene dado porque algunas de las producciones son sustituidas por importaciones de productos terminados, como en el caso del biodiesel, y otras se importan y exportan como el bioetanol. En el año 2017, de acuerdo con el APPA (2017) los biocarburantes aportaron a la economía aproximadamente 764 millones de € reales. Incrementándose desde el año 2014 y reflejando la cifra más alta, siendo el biodiesel el responsable de este aumento con una producción de 1.515.000 toneladas (30,6%) durante ese año. Sin embargo, el cumplimiento del objetivo de penetración de biocarburantes con toda seguridad será un factor de crecimiento de este sector.

- Biomasa

A pesar de que la generación de electricidad por la biomasa es bastante conocida, hay que implementar mejoras en su abastecimiento y su ubicación, pues la trayectoria en su crecimiento no alcanzó los objetivos establecidos en el PER 2005-2010, pues su suministro no ha sido constante y los niveles de retribución de la inversión no han funcionado como incentivo. Su empleo con fines térmicos tampoco ha tenido crecimiento. En el mix de generación eléctrica en España, la biomasa representa un pequeño porcentaje, entre el 2010 y el 2017 su crecimiento fue casi nulo, representando en unión del biogás y la FORM el 2% del total de la producción nacional de energía eléctrica en 2017. No obstante, la biomasa evita la emisión de CO₂ y por lo tanto aporta al medioambiente 334 millones de euros, aproximadamente (Afi, 2018).

- Energía Eólica

Esta ha sido la energía que ha contado con un sector proveedor de componentes, equipo y servicios, además de líderes a nivel mundial que han realizado inversiones en diversos mercados, incluyendo las ingenierías y las consultorías.

De acuerdo al informe del CESCE (2018), España es el séptimo país del mundo con patentes eólicas, el quinto por potencia instalada y el cuarto exportador de aerogeneradores. La aportación de la utilización de esta energía al PIB en el 2017 fue de un 23,7% un 0,4% más que en 2016. A través de ella se dio empleo a 22.468 de personas hubo una disminución en el precio del pool en 12 euros/MWh, lo que significó un ahorro de 9 euros al año al consumiros, así como una horro al pequeño consumidor industrial de 6.212 euros año.

- Geotermia

Los proyectos relacionados con esta tecnología, aún se encuentran en la fase de investigación y desarrollo y este desconocimiento hace que las industrias y organizaciones no quieran arriesgarse a realizar inversiones en este sector. Sin embargo, tiene una ventaja que si se aprovecha crearía una industria, pues a partir de la instalación de una bomba de calor geotérmica se puede proporcionar agua caliente sanitaria, refrigeración y calefacción a bajos costes, con la posibilidad de funcionar de manera permanente en el año. En el 2009 su contribución al PIB fue de 56,0 millones de € reales que se originaron fundamentalmente de la fabricación de equipos de climatización. En el año 2016 la energía geotérmica logró un ahorro en la facturación energética de los hogares en un 75% (CIEMAT, 2017) y su aportación al PIB en el año 2017 fue de 12,7 millones de euros (APPA,2017).

- Hidroeléctrica

A nivel nacional, la tecnología hidroeléctrica es una de las más consolidadas en cuanto a capacidad de instalación, además de contar con un alto desarrollo tecnológico, no obstante, al compararlo con su crecimiento, este fue casi nulo, pues depende de la pluviosidad de cada año.

España debe aprovechar la tecnología de este sector que ya abastece al mercado nacional y abrirse a las exportaciones de equipos y conocimientos a países que

cuenten con recursos hídricos. En el año 2009 su contribución en el PIB fue de 365,0 millones de € reales.

- La energía del mar

Las energías marinas, provenientes de mareas y las olas, forma parte de las tecnologías renovables menos conocidas en nuestro país, además necesitan de una compleja tecnología que trae consigo altos costes de instalación y funcionamiento, lo que ha dificultado su desarrollo.

Por tanto, su contribución al PIB se origina del conocimiento que surgen en los proyectos de I+D+i, cuyos objetivos son investigar acerca de la generación, posibilidades de instalación y distribución de la electricidad a tierra. En el 2009 este sector generó 5,7 millones de € reales, no obstante, ha venido desarrollándose y para el año 2017, el sector correspondiente a esta energía ascendió en un 4,6% logrando alcanzar 13.5 millones de euros. También ha contribuido con la generación de puestos de trabajo, siendo un total de 332 para ese mismo año representando un incremento del 2,47% en referencia al 2016 (APPA,2017).

- Solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es el recurso renovable más abundante por lo que tiene un gran potencial que debe ser aprovechado. En España hay gran cantidad de instalaciones, pero el sector industrial en el 2011 había disminuido la producción, sin embargo, en el 2017 el 90% de las micropymes son instalaciones dedicadas a la industria fotovoltaica. En cuanto a su aportación al PIB en el 2009, fue aproximadamente 2.783,6 millones de euros de manera directa, reduciendo un poco en el 2017 debido a que la contribución total al PIB de manera directa fue de 2.740 millones (92,8%), pero en total fue de 2.952 millones de euros (APPA, 2017). Entre el 2010 y 2017, se han presentado disminuciones en los costes de la tecnología

fotovoltaica hasta llegar a un 73%, lo que ha beneficiado a este sector. Además, ha generado empleo para 11.000 trabajadores (CIEMAT, 2017).

- Solar termoeléctrica

España cuenta con una industria de peso en el mercado de la tecnología solar termoeléctrica y en los últimos años se ha incrementado, posicionando al país como líder mundial, tanto en el desarrollo de conocimientos por ser una tecnología novedosa, como por potencia instalada. A través de esta energía muchas empresas se han abierto al mercado internacional.

La contribución al PIB de España en 2017 del sector solar termoeléctrico fue de 1.464 millones de euros, de los cuales corresponden 1.140 millones a la contribución directa, y 323 millones de euros a la aportación indirecta. En referencia al año 2016, se obtuvo un incremento en 64 millones de euros durante el 2017, representando el tercer año que el sector solar termoeléctrico contribuye con altos beneficios a la economía española con una tasa de crecimiento del 4,4%. Finalizando el 2017, la tecnología solar termoeléctrica contaba con 53 empleos nuevos a nivel nacional, empleando a un total de a 5.269 trabajadores (APPA,2017).

- Energía solar térmica.

Desde el 2010, año en que la suma de edificios cubiertos con paneles solares térmicos, se aproximaba a 2.400.000 de m², todo ello derivado de la exigencia del Código Técnico de la Edificación, que obligaba a contribuir en edificios ya existentes o en nuevos en donde exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta, hasta el 2017 el crecimiento de las viviendas ha sido paulatino, representando un incremento de un 15% entre el 2016 y el 2017, unido a la baja en el mercado del sector de las ayudas públicas y una mayor actividad en las exportaciones en este rubro, han originado que desde el 2015 hasta el 2017, la tasa de contribución al PIB del sector solar térmico ha venido en decaimiento. En el año 2017 la

contribución total fue de 54,88 millones de euros, lo que significó un descenso del 7,3% en referencia al año 2016. La disminución se dio tanto en la aportación directa en 36,21 millones de euros, como en la indirecta en 18,67 millones. Las centrales termosolares son las que más empleos generan, sin embargo, se crearon 876 puestos de trabajo en el 2017, 46 puestos menos que en el año 2016 (APPA, 2017).

7.6 Tecnologías generadas de las energías renovables

El desarrollo de las energías en España se ha dado a ritmos diferentes, lo que ha ocasionado que unas obtengan óptimos niveles de desarrollo mientras que otras se encuentran en las primeras etapas. En este sentido, el país ha sido pionero en tecnologías de generación de calor, electricidad y derivados del petróleo para el transporte, mediante el establecimiento de una red de empresas auxiliares que se ha convertido en un sector importante en la economía española, mientras que la tecnología geotérmica o las provenientes de las energías del mar son las menos desarrolladas (Deloitte, 2011).

Son muchas las ventajas que proporciona el desarrollo de las tecnologías al país, pues en la mayoría de los casos son recursos propios cuya utilización permite disminuir la situación de dependencia energética con otros países, además algunos son inagotables y otros pueden renovarse en lapsos de tiempo cortos lo que hace que se pueda disponer de ellos de una manera continua, generan también un impacto positivo en el ambiente pues permiten sustituir el empleo de combustibles fósiles y, a nivel económico producen empleos y riqueza, ya sea de manera directa o indirecta, originados por la instalación de potencia y la producción de energía.

Estas tecnologías se utilizan en distintas actividades y antes de exponerlas cabe señalar que, en ocasiones, las mismas energías son empleadas para fines diferentes, por lo que pueden estar incluidas en dos o más actividades (Deloitte, 2011):

- Producción de energía: producción de electricidad, calor y carburantes para el transporte.
- Ingeniería y consultoría: abarca trabajos de obra civil para acondicionar emplazamientos, asesoramiento y estudios previos.
- Operación y mantenimiento: se refiere a las actividades que llevan a cabo las empresas para la ejecución de distintas plantas/parques y su mantenimiento.
- Fabricación de equipos y componentes: En este renglón se consideran los equipos y componentes específicos (por ejemplo, aerogeneradores) así como: fabricación de material electrónico, maquinaria y equipo mecánico, construcción, metalurgia, fabricación de productos metálicos, fabricación de maquinaria y material eléctrico.
- Otras actividades: abarca la intermediación financiera, el gasto en I+D+i, las actuaciones de formación ya interna y externa y el resto del impacto indirecto.

En cuanto a la aportación al PIB, algunas tecnologías tienen contribuciones significativas mientras que otras no, el cual depende de su grado de desarrollo. De acuerdo con APPA (2017) el aporte de este sector aportó en 2016 fue de 8.511 millones de euros al PIB, cifra correspondiente al 0,76% del total y que muestra un incremento del 3,3% respecto al 2015. En relación con la distribución por tecnologías, la energía solar fotovoltaica ocupó en primer lugar con un 32,37%, seguida de la eólica con un 22,38%, y de tercera la energía solar termoeléctrica, que participó con un 16,45% de la generación renovable. Asimismo, las energías renovables contribuyeron con 1.000 millones en fiscalidad limpia y un saldo referente a las exportaciones que registró un valor neto de 2.793 millones.

En contraposición a los años anteriores, por ejemplo, en el 2011, al ponderar sobre las tecnologías en esta contribución al PIB, la hidroeléctrica, la eólica y la solar fotovoltaica tuvieron un aporte del 82,9% en referencia al total del sector, mientras que la biomasa y los biocarburos, se encontraban por debajo de su potencial por lo que su contribución no fue relevante. Lo mismo ocurrió con la energía geotérmica y las

energías de mar que aún se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo (Deloitte, 2011).

Finalmente, es relevante señalar que además de la importancia económica en cuanto al PIB se refiere, el desarrollo de las diferentes tecnologías renovables permite exportar también conocimientos y favorece la creación de empleos, en concordancia con la solicitud de la Directiva del Parlamento Europeo. Al tratarse de tecnologías novedosas tienen aún un gran potencial por aprovechar y en la medida de que este aprovechamiento se logre, permitirá nuevas aplicaciones o mejoras en las actuales.

7.7 Previsiones del Gobierno

En cuanto a las energías renovables el gobierno español debe cumplir con dos grandes objetivos estrechamente vinculados entre sí en pro del medio ambiente: uno de ellos es transformar el modelo energético actual en un modelo energético sostenible y el otro es cumplir con los compromisos adquiridos con la Unión Europea, a saber: el 20% del consumo final bruto de energía debe proceder de las energías renovables y el 10% del consumo de energía para el sector del transporte (ARPA, 2017).

No obstante, hasta estos momentos España cuenta con un marco jurídico que impide el desarrollo de las actividades referidas a las energías renovables, desde la generación hasta el suministro y comercialización. En la actualidad esta regulación normativa ha generado problemas en actividades económicas tanto para las industrias del sector eléctrico como para los consumidores domésticos y también se advierten problemas futuros tales como tensiones en el mercado, volatilidad de los precios e inseguridad jurídica en algunas inversiones, ya que no pueden valorarse de manera adecuada su rentabilidad, por tanto, se requiere de manera urgente, de reformas en la política energética que permitan planificar para el futuro además de solucionar los problemas actuales.

Para el sector eléctrico la inseguridad jurídica es el problema que más les afecta y demandan que el Estado asuma de una manera progresiva los compromisos

adquiridos, tal como lo ha hecho con otro tipo de tecnologías y que, además, defina el mix energético fundamentado en energías limpias, renovables, competitivas y autóctonas y así cumplir con los objetivos europeos en cuanto a medioambiente y los renovables. No obstante, pareciera que el Gobierno español no ha reconocido que España tiene una gran cantidad de recursos renovables y con un potencial alto para el progreso industrial y los desaprovecha originando que el país no tenga el peso que le corresponde en este sector, que hoy día es clave en la economía mundial (ARPA 2014).

Han sido varias las instituciones y organismos que se han unido a la advertencia que ha realizado la Comisión Europea al Gobierno sobre el alto riesgo que tiene España de no alcanzar el 20% del consumo final bruto de energía con fuentes renovables en el 2020 y por tanto incumplir sus compromisos en materia medioambiental. El Gobierno ha declarado públicamente que respalda a las renovables y que cumplirá los objetivos establecidos, sin embargo, los datos reflejan lo contrario, pues hasta el 2014 ninguna tecnología renovable eléctrica había logrado cumplir los objetivos referentes a potencia instalada establecidos en el PER 2011-2020.

Algunos de los objetivos del PER 2011-2020 aún vigentes, tuvieron cambios esenciales a partir de noviembre de 2014, cuando MINETUR presentó el documento de borrador de Planificación Energética 2015-2020. A partir del 2016, en los tres años siguientes, tendrían que instalarse 188 MW de minihidráulica, 212 MW de solar termoeléctrica, 260 MW de biomasa, 1.354 MW de solar fotovoltaica y 6.388 MW de eólica terrestre, con el fin de lograr los nuevos objetivos establecidos en la Planificación Energética. Para ello se tendrían que 2.801 MW anuales durante los tres años (APPA, 2017).

De esta manera, surge un escenario distinto al PER en donde se quiere obtener una capacidad instalada eléctrica renovable a 2020 de 61.007 MW, significando una disminución del 16% en referencia al objetivo de 72.572 MW que contempla el PER. Vale destacar que en la nueva planificación no se incluyen la energía eólica marina, la geotermia y las energías oceánicas, lo que significa una pérdida de 900 MW.

Al contrario a lo que estaba establecido el 2014 para poder alcanzar tanto los nuevos objetivos del borrador de Planificación Energética, como los establecidos por el PER,

algunas tecnologías deberían aumentar su ritmo de instalación, como era el caso de la eólica que en los seis años próximos tendría que instalar 6.477 MW a razón de 1.080 MW anuales, la fotovoltaica debería instalar 226 MW anuales para lograr los 1.358MW, la solar termoeléctrica tendría que instalar 211MW a razón de 35 MW anuales, la hidráulica debería instalar 199 MW y la biomasa 46 MW cada año para llegar a un total de 275 MW, ahora todas las tecnologías renovables reducen sus objetivos. De esta manera según el informe APPA (2017), la energía solar termoeléctrica lo hace hasta un 47,69%, la biomasa, los residuos y el biogás un 33,69%, la solar fotovoltaica un 16,83%, la eólica terrestre un 15,77% y la hidráulica un 4,31%.

Por lo tanto, el Gobierno español podría considerar el obtener la cooperación de otros países miembros para que entre todos logren alcanzar los objetivos, por ejemplo, a través de la compra o transferencia de producción renovable. Existen muchos países que no gozan de las condiciones favorables de las que dispone España a los cuales podría vender energía renovable, pero lamentablemente no se contempla este aspecto en las estrategias renovables del Gobierno.

En este sentido la previsión es el país incumpla el objetivo del 20% a 2020 situándose entre una desviación de 26,5% y un 17,5%. En el 2014, el mejor escenario sería que podría llegar a cubrir el 16,5% de su consumo final bruto de energía con energías renovables, pero tendría que adquirir producción renovable mediante la compra a otros Estados miembros y si no recurre a las transferencias entre países pudiera alcanzar el 14,7%, todo ello si continua con las políticas energéticas actuales (ARPA, 2014). No obstante, para el 2016 que se destinaron a 700 MW (500 eólicos y 200 de biomasa), y también en el 2017, destinadas a la obtención de más de 8.100 MW, cuyas instalaciones estaban previstas para antes de terminar el 2020, con el fin de que pudiera lograr estos objetivos.

7.8 Funcionamiento del mercado de energías renovables

Como se puede comprobar en la figura 17, las curvas agregadas de oferta y demanda determinan el precio de intercambio o casación en el mercado mayorista de la energía eléctrica. Se han representado dos curvas de demanda, las decrecientes, que se

corresponden con: la cantidad de energía que los consumidores estarían dispuestos a comprar durante esa hora concreta a un precio determinado (en azul), y la cantidad que finalmente se acaba comprando a cada uno de los distintos precios (en rosa).

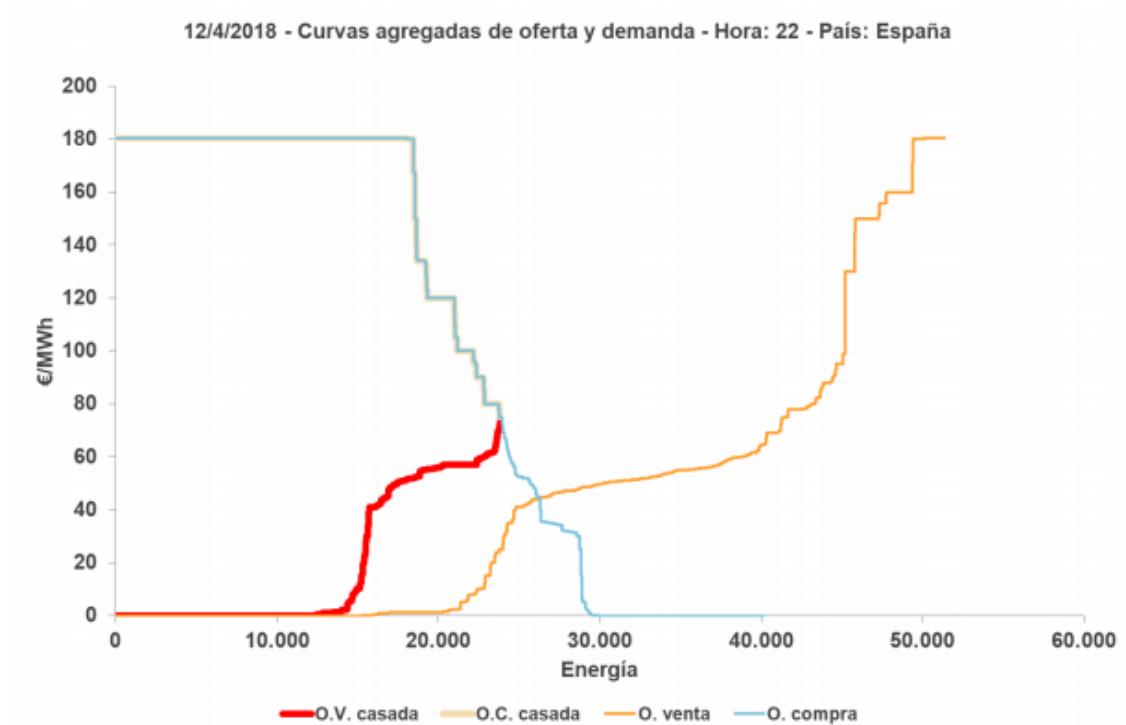
Las otras dos curvas, crecientes, son las de oferta. La naranja corresponde a la oferta inicial de venta de energía que los productores de electricidad estarían dispuestos a generar durante dicha hora, y la curva roja corresponde a la cantidad a generar finalmente. Su tendencia ascendente supone que, a mayor precio, mayor número de productores estará dispuesto a producir electricidad. Por tanto, la clave está en saber qué tipo de productores conforman esa curva de oferta de generación de electricidad (Beltrán, 2016).

De forma simplificada, el Operador del Mercado (OMIE) recibe, para cada hora del día siguiente, las ofertas de cantidad de energía y precio de los agentes de venta (generadores) y de compra (consumidores). Con esas ofertas, el Operador construye, para cada hora del día siguiente:

1. una curva agregada de venta o generación, ordenando las ofertas de venta (generación) por orden de precio creciente.
2. Una curva agregada de compra (demanda) ordenando las ofertas de compra (demanda) por orden decreciente.

El punto de corte de la curva agregada de generación con la de demanda determina el punto de casación del mercado, Es decir, la cantidad de energía que se negocia y el precio que se paga, el precio marginal (para cada hora del día).

Como el mercado es marginalista, toda la energía producida por los generadores la pagan los consumidores al precio marginal, con independencia del precio al hayan hecho sus ofertas de venta o de compra.



Figuras 16. Curvas agregadas de oferta y demanda de energía eléctrica

Fuente: OMIE (2018)

En la Figura 17, se ha representado la curva de demanda con tres zonas diferenciadas que se repiten de forma permanente en cada una de las horas del año. La primera zona pertenece a los generadores que están dispuestos a vender su electricidad a precio cero. Estos serían las centrales nucleares que dado que no pueden arrancar y parar por su voluntad y por tanto deben estar conectadas y produciendo en todo momento ofrecen su generación siempre a precio cero para asegurarse que entran en el mercado. Por otro lado, se encuentran las energías renovables. Éstas, dado que su materia prima (viento y sol) es gratuita, si estiman que van a tener este recurso disponible, ofrecen producción también a precio cero ya que, de esta forma, todo lo que ingresen será beneficio.

En la segunda zona participan principalmente las centrales térmicas. Estas pueden arrancar y parar a lo largo del día, pero, como sí deben pagar por el combustible que vayan a utilizar (carbón o gas), solo estarán dispuestas a generar electricidad a partir de un precio mínimo del MWh.

La zona tres comprende las instalaciones de gran hidráulica, las cuales utilizan las eléctricas para otro tipo de servicios complementarios del sistema eléctrico que están muy bien remunerados. Así, la gran hidráulica solo entraría a generar a partir de precios altos en la casación del mercado horario (Figura 18).

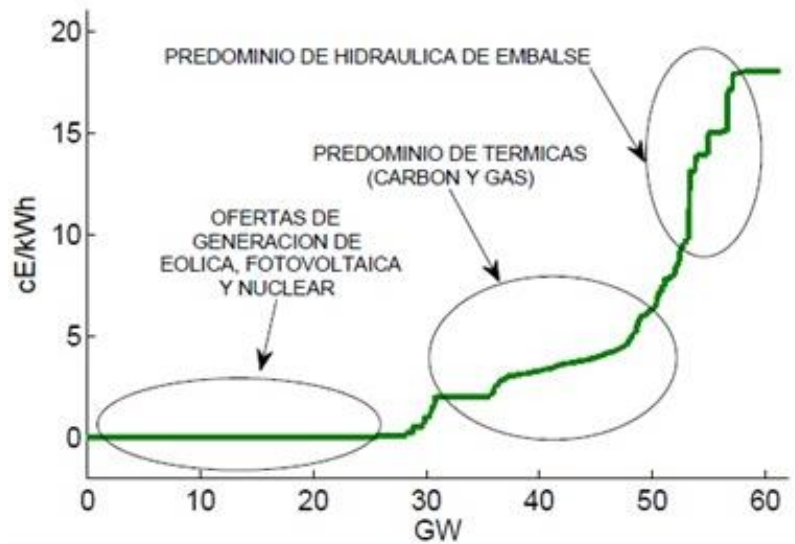


Figura 17. Zonas de oferta por tipo de energía

Fuente: Beltrán (2016)

El precio final de la electricidad establecido por el equilibrio de mercado tras el ajuste entre compradores y vendedores se ha situado en la última década entre los 45 y los 65 €/MWh (precio medio anual). Por tanto, si un mercado presenta una industria con una fuerte presencia de energía eólica y solar, la curva de oferta naranja se desplazaría hacia la derecha ya que hay una gran cantidad de generadores dispuestos a vender a cero €/MWh. Sin embargo, al desplazar la curva de oferta hacia la derecha, ésta se cruzará con la curva de demanda más a la derecha y, por tanto, en un punto de menor precio. De esta forma, aunque los costes globales del sistema eléctrico pueden aumentar debido a la incorporación de las primas a la generación que reciben la renovables, en lo que respecta a la fijación del precio de mercado hora a hora de la electricidad, puede concluirse que una mayor presencia de generación renovable producirá un menor precio de la electricidad.

Lo expuesto tiene que ver con el precio de intercambio y la cantidad de energía que los consumidores estarían dispuestos a comprar, así como a la venta de energía que los productores de electricidad están dispuestos a generar. Ahora bien, cada fuente de energía considerada como actividad económica, ofrece recursos que se encuentran inmersos en la producción de energía eléctrica, pero la tecnología es la que va a determinar cuáles serán los sectores que se convertirán en sus proveedores principales, así como las interrelaciones que tendrán en el sistema productivo, sin embargo, en líneas generales el mercado de las energías contribuye a la generación de (Abay, 2014):

- Empleos, directos e indirectos, relacionados con este sector.
- Reactivación de sectores como por ejemplo la construcción, fabricación maquinarias y material eléctrico, entre otros.
- Incremento en el PIB. Por ejemplo, en el 2017 la contribución total al PIB nacional tuvo un incremento del 9,34% en referencia al año anterior.
- Inversiones en nuevas plantas y repotenciación. En el 2012 se emplearon unos 7.400 millones de euros. El 57,7% de la inversión destinada a la energía termoeléctrica; un 26,8% en energía eólica; un 11,5% en energía fotovoltaica y térmica y el 4,1% restante en energía de la biomasa.
- Posicionamiento a nivel mundial de las industrias relacionadas con este sector en cuanto a componentes eléctricos, maquinaria, servicios de I+D+i, etc. En el año 2012, fueron destinados 313 millones de euros por las empresas del subsector de equipos eléctricos, cabe señalar que en esta cifra se encuentran los equipos relacionados a todas las fuentes de energía y al transporte.
- Mayor producción que permite disminuir las importaciones energéticas mejorando el saldo de la balanza comercial y, además, disminuir el grado de dependencia energética.
- Disminución de costes económicos directos e indirectos debido a los efectos del CO₂ y otros gases sobre el medio ambiente, ya que se

disminuiría las emisiones de los mismos con una mayor producción de energías renovables.

7.9 Impacto global de la innovación en las tecnologías renovables en España

En España, la innovación en tecnologías renovables han sido el resultado en una buena mediada del instrumento de primas y las inversiones públicas directas en I+D+i. Ahora bien, cuando se comparan las innovaciones de España con las obtenidas en otros países, empleando los tres indicadores siguientes:

a) inversiones públicas y privadas en I+D+i.

De acuerdo con los datos del IDAE (2011) sobre la inversión privada en I+D+i que han sido obtenidos en una encuesta efectuada a agentes del sector de las energías renovables acerca del I+D+i en referencia al volumen de negocios y en donde se consideraban las tres tecnologías: eólica, solar fotovoltaica y solar termoeléctrica. El resultado fue que las actividades que dedicaron para contribuir al PIB tuvieron una media del 5,32%, cifra que en el 2008 fue bastante superior a la media nacional del 1,35% del PIB. En cuanto a las tecnologías consideradas en el estudio demostraron distintas contribuciones a la I+D+i, de acuerdo a su valor añadido en 2009, siendo los resultados el 15% solar termoeléctrica, 8% eólica y 1,9% solar fotovoltaica.

Inversión pública en I+D+i. A inicios de los años 80, el desarrollo de la inversión pública en I+D+i en tecnologías renovables en España era semejante a la de otros países de la OCDE, alcanzando un rendimiento máximo, a pesar de que algunos de ellos recuperaron la inversión al final del período. La inversión de las empresas renovables en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) alcanzó 247 millones de euros en 2017, representando el 3,3% de su contribución directa al PIB nacional. En años anteriores, Alemania es la que lleva la delantera en las tecnologías eólica y la fotovoltaica, siendo similares en las demás tecnologías, pero al comparar España con el resto de los países del mundo, se encuentra por debajo de EE. UU. Cabe destacar que,

en cuanto a la energía solar termoeléctrica, España se situaba solo por detrás de EE. UU.

b) Patentes

Entre las diversas investigaciones realizadas para el análisis con este indicador, sobresalen dos, el de Lee *et al.* (2009) y el de Johnstone *et al.* (2010). El estudio de Lee *et al.* (2009) contaba con una base de datos de 57.000 patentes que abarca 30 años y refleja resultados para España disímiles por tecnología renovable. No obstante, en lo referente a las energías solar termoeléctrica, eólica y solar fotovoltaica, España ocupaba por número de patentes, el octavo lugar del mundo, destacando que en esta última el país se encontraba muy distante de los países que le preceden. En eólica la empresa española GAMESA figuraba en el puesto undécimo por número de patentes.

Por su parte, Johnstone *et al.* (2010) analizaban las patentes que fueron solicitadas por los países de la OCDE en la Oficina Europea de Patentes durante el lapso 1978-2005 y las ponderaron por el PIB de cada país para obtener el indicador de «intensidad de patentes». El resultado fue que España ocupaba el undécimo puesto por el total de patentes en renovables en el mencionado lapso y en cuanto a las tecnologías renovables se situó en 20º puesto en biomasa, 19º en solar, 10º en eólica, 16º en geotérmica y 13º en mareomotriz. A pesar de ello, los autores destacaron que en los últimos años en solar y eólica hubo un crecimiento relevante de las patentes españolas.

También compararon la actividad de los países en las patentes renovables con respecto a su actividad total en todas las patentes, y obtuvieron el indicador de “propensión a patentar” en renovables. Este indicador reveló que España se ubicaba entre los cinco países con más propensión a patentar en varias tecnologías renovables: eólica (2º), solar (4º), geotérmica (5º) y mareomotriz (5º), lo que indica la importancia otorgada a la actividad innovadora en el sector español, cuya especialización iba en incremento.

Al respecto a la alta especialización de España en tecnologías renovables Walz *et al.* (2008) lo corroboraron en su estudio de datos de patentes y de comercio internacional, con la construcción de dos indicadores de especialización: Participación

Relativa en el Comercio (PRC) en tecnologías renovables y Actividad Relativa en Patentes (ARP).

El lapso que analizaron en su estudio era 2001- 2004 y en sus resultados las patentes de España representaban el 2% de todas las patentes en renovables de los países de la OCDE y en el año 2005 obtuvo un 2,4% de las exportaciones de tecnologías renovables, sus indicadores ARP y PRC fueron positivos lo que indicaba que el país tenía una especialización superior a la media en la tecnología analizada. Asimismo, el indicador ARP fue el segundo más alto de los países en el estudio y el indicador PRC fue el cuarto más alto.

Por otro lado, la OCDE (2008) también ofrece datos entre 2003 y 2005 en donde España se ubicaba después de EE. UU., Japón, Dinamarca y Reino Unido, con el 4,5% de todas las patentes registradas en el mundo. En el 2010, el estudio de la Oficina Española de Patentes y Marcas reflejan que las patentes renovables que son dominantes en España pertenecen a las tecnologías vinculadas con la energía solar y eólica.

c) datos de comercio internacional, se puede observar el impacto global de estos instrumentos en la innovación en tecnologías renovables en el país.

Para el análisis del comercio internacional se tomaron datos acerca de la producción de tecnologías y sus flujos comerciales (importaciones y exportaciones) de la base de datos PRODCOM de EUROSTAT (EUROSTAT 2011). A lo largo de esta investigación se ha mencionado en varias oportunidades que la tecnología eólica y la solar fotovoltaica son las más empleadas en España por lo que no es sorpresa que los datos encontrados arrojaron que para el 2009, a pesar de que Alemania dominaba el sector de la tecnología solar fotovoltaica con 61%, el valor de la producción española de tecnología solar fotovoltaica se encontraba en el 8% de la producción de la UE, cuyo crecimiento se inició en 1999 y a pesar de que se multiplicó por 12 en el 2009, aún se encontraba por debajo de la media europea.

En cuanto a los flujos comerciales, las importaciones españolas superaban a las exportaciones. Durante el periodo 1999-2005 el saldo fue positivo, pero a consecuencia del boom solar entre 2007-2008 y la inhabilidad de la producción

doméstica en cuanto a cubrir las necesidades de sistemas solares, el saldo ha sido claramente negativo desde 2006. La crisis del sector en el 2009 provocó una baja en las importaciones. Esto conlleva a reflexionar la importancia que tiene originar crecimiento en la capacidad instalada, pues el no tenerla hace imperioso la importación de esa capacidad, lo que trae consigo un aumento en el coste para el consumidor y que los beneficios locales producto de la producción de equipos se terminen en los países exportadores, lo cual es una dificultad para la creación de una industria nacional

En el año 2017, España pasa a ser el séptimo país productor de energía eólica (CESCE, 2018), tras de haber sido el tercer productor en eólica en el año 2009, cuya producción representaba el 13% del de la UE-27. Esta tecnología en contraste con la solar fotovoltaica, reflejaba un balance comercial positivo, pues la industria nacional estaba posicionada en la exportación y orientada hacia los mercados exteriores. En primer lugar, se encontraba Alemania, seguido de Dinamarca, país que, en términos absolutos, tenía un saldo comercial más positivo que el de España mientras que el resto de los países, incluyendo a Alemania, tenían un saldo negativo.

Los datos de IDAE (2011) acerca del comercio exterior de las renovables, indican que tan importante como lo es producción de energía eólica y solar termoeléctrica, también lo es la fabricación de equipos. Las exportaciones de equipos para este tipo de energías tienen un alto número de exportaciones, lo que no ocurre con la fotovoltaica de acuerdo con el estudio realizado por Algieri *et al* (2011), quienes utilizaron datos de la base de datos COMTRADE. En el 2009 las exportaciones aumentaron de manera significativa en referencia al 2008, no obstante, las importaciones tuvieron una gran disminución entre 2008 y 2009, a consecuencia del estancamiento del sector ocurrido en este último año.

En el estudio de Algieri *et al* (2011), emplearon también el índice de Balassa, el cual reporta el grado de especialización interdistrital, así como la existencia de ventajas comparativas en la fabricación de equipamientos solares fotovoltaicos. Los resultados en el 2009 mostraban que España tenía el cuarto índice más alto, después de China, Alemania y Japón, tanto en tecnología como en instalación. Los datos reflejan que

España tiene una alta especialización y mientras disponga de la tecnología, se mantendrá con miras a incrementar, las empresas fabricantes con peso en la fabricación de las tecnologías eólica y termosolar, siendo menor la producción de la tecnología solar fotovoltaica.

8 LAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES Y SU VISIÓN SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En esta investigación se ha manifestado claramente la importancia que otorga la UE a las energías renovables y cómo el empleo de éstas, en los últimos años, ha ido creciendo. No obstante, no ha sido únicamente la Unión Europea la que se ha declarado a favor de las energías renovables, hay muchas otras instituciones y, en este apartado se hablará de otras tres instituciones internacionales importantes como son el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*), la *Agencia Internacional de la Energía (IEA)* y la *Agencia Internacional para la Energía Renovable (IRENA, International Renewable Energy Agency)*.

8.1. Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)

Para evaluar los resultados de las investigaciones acerca del potencial de las energías renovables para aminorar el cambio climático el IPCC ha publicado un informe en donde, además, analiza las barreras que impiden el desarrollo de este tipo de energías, así como las estrategias para superarlas (IPCC, 2011).

En este informe el IPCC refiere que las tecnologías vinculadas a la energía renovable han progresado de manera considerable en los últimos años y que se espera que continúen su desarrollo. El IDAE (2019) se une a esta apreciación debido a que en el balance de energía primaria del año 2016 tuvo un incremento en cuatro décimas porcentuales en referencia al año 2015, llegando a un 13,9% de los consumos primarios. En términos relativos, hubo una caída de los consumos primarios de carbón

en un -23,7%, pero esta fue retribuida por el aumento de las aportaciones hidráulicas en un 29,3%. El incremento en la demanda total de energía primaria fue de un 0,2% con respecto a 2015, en donde las energías renovables obtuvieron un aumento del 3,4%, luego el petróleo (2,7%), la energía nuclear (2,2%) y el gas natural (2%). Así mismo, la energía hidráulica presentaba contribuciones con aumento en esta demanda, así como los biocarburantes 4,7%, la energía solar térmica con un 5,8% y, la geotermia con un 3,1%.

Para el IPCC el desarrollo de las renovables viene dado por el alto coste de los combustibles fósiles, el incremento en la demanda global de energía, y las políticas implementadas en distintos países. Pero afirman que también tiene un papel relevante las disminuciones en los costes de muchas de las tecnologías renovables que, a pesar de algunos altibajos en los precios, se han ido plasmando en los últimos diez años.

Hay también otros factores que hacen que se espere una baja mayor en los costes de las renovables, estos son: el desarrollo de los biocarburantes de nueva generación, el empleo de mejores y nuevos sistemas de producción y suministro de materias primas, las tecnologías oceánicas, el desarrollo de la tecnología fotovoltaica y solar térmica, diseños mejorados para las turbinas eólicas *offshore* y la capacidad de hacer más instalaciones hidroeléctricas rentables.

De la misma manera que otros estudios, el IPCC se concluye en su informe que la energía renovable además de tener un alto potencial para aminorar el cambio climático puede generar más beneficios colaborando al desarrollo social y económico sostenible, a disminuir la volatilidad del mercado energético, a propiciar el acceso a la energía y al suministro seguro, crear puestos de trabajo y disminuir los impactos negativos en la salud de las personas y en el medio ambiente. También, al igual que otros, señala que en la participación en el mix energético se requiere de políticas que estimulen los cambios en el sistema energético y que cautiven las inversiones para infraestructura y nuevas tecnologías. Como conclusión, manifiesta que el potencial tecnológico de la energía renovable es mucho mayor que la demanda mundial de energía, siendo la energía solar la de mayor potencia, sin que ello desmerezca el

potencial del resto de renovables. Incluso en aquellas regiones que tienen bajo potencial técnico, existen oportunidades de crecimiento.

8.2. Agencia Internacional de la Energía (IEA)

En los últimos años, la IEA en sus informes ha manifestado de manera recurrente que la energía renovable ha tenido un rápido crecimiento y que se ha transformado en un componente fundamental de la oferta energética. También ha señalado que gran cantidad de inversores han venido considerando a este sector como una opción atractiva, porque los combustibles fósiles tienen altos precios y además viene creciendo el apoyo de los gobiernos hacia las renovables porque con ellas se logra disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, además del deseo de diversificar la oferta y contar con en el suministro permanente del recurso, así como el impacto positivo de las renovables sobre la generación de empleo. Dado a ello, es cada vez mayor el número de gobiernos que están tomando medidas y planificando para que las renovables participen en el mix energético.

Para la IEA las renovables pueden satisfacer gran parte de la demanda energética mundial, pues su base es muy amplia, pero en las condiciones de mercado actuales no son competitivas y dependen de incentivos públicos. Con base a escenarios alternativos, la IEA ha realizado proyecciones y en todos los escenarios se ha manifestado un gran aumento de la energía renovable, por ejemplo, en las energías no hidráulicas en la generación de energía, se espera que pase del 15% en 2035, pero recalca que es factor determinante en este crecimiento las ayudas públicas que representarán 180.000 millones de dólares.

La IEA también realizó un estudio sobre el desarrollo de las renovables (IEA 2011b) y en el refiere que en los últimos años las tasas de crecimiento que han reflejado las renovables son las necesarias para cumplir con las proyecciones que han llevado a cabo acerca de un futuro energético sostenible. Señalan también que los actores principales actores del desarrollo de las renovables serán China y la Unión Europea,

países que serán responsables aproximadamente de la mitad del crecimiento total. A pesar de que pronostican que habrá una reducción en los subsidios por unidad de producción, serán más las fuentes renovables que requerirán de ayudas para desarrollarse y competir en los mercados eléctricos, y, a pesar de que estas ayudas son costosas a corto plazo, sin embargo, la IEA estima que, generarán beneficios duraderos a largo plazo entendidos como protección del medio ambiente y seguridad energética.

Para que el desarrollo de las renovables pueda progresar se deben superar las barreras de tipo económico vinculadas con los costes de producción, transporte y distribución, pero también, hay barreras no económicas las cuales son señaladas en el informe de la IEA (2008) como la falta de información, los problemas sobre la aceptabilidad social, los impedimentos administrativos, las fallas en el diseño de los mercados eléctricos y la falta de entrenamiento. A pesar de esas barreras, las energías renovables prosiguieron su expansión y lo seguirán haciendo en los próximos cinco años, abarcando el 40% del aumento en el consumo de energía total IEA (2018).

El empleo de las energías renovables ha crecido más rápidamente en el sector eléctrico, y se estima que representará aproximadamente un tercio de la generación eléctrica mundial total en 2023. Mientras que en los sectores de transporte y calefacción avanza más lento su empleo, ya que carecen del apoyo político adecuado, además de las barreras que se añaden al despliegue (IEA ,2018).

Por ello, la IEA sugiere y aún sostiene los principios rectores formulados en el 2011 con miras a tener políticas que permitan el desarrollo e integración de las renovables en un mix sostenible (IEA 2011b). Estos principios son:

- El primero de estos principios tiene que ver con suministrar un marco transparente y previsible de impulso de las renovables, incluido en una estrategia energética más amplia que se organice en función de objetivos ambiciosos pero probables.
- El segundo principio reside en seguir un enfoque dinámico que tome en consideración el nivel de desarrollo de cada una de las tecnologías, así como las tendencias de los mercados nacionales e internacionales.

- El tercer principio sugiere aproximarse, en la medida en que sea posible, a las barreras no económicas de una manera sistemática, diseñando procedimientos y procesos.
- El cuarto principio está orientado particularmente a las fases iniciales de desarrollo y sugiere que se planteen cuidadosamente los aspectos vinculados con la integración de las energías renovables en el sistema energético, y que podrían constituirse en obstáculos en las fases posteriores, tales como el diseño de los mercados en el ámbito internacional o las infraestructuras.

8.3. Agencia Internacional para la Energía Renovable (IRENA)

La creación de la Agencia Internacional para la Energía Renovable es uno de los centros fundamentales al referirnos a posicionamiento internacional sobre las energías renovables. La idea de su creación surgió en 1981 en una Conferencia de las Naciones Unidas sobre fuentes de energía nuevas y renovables (*UN Conference on New and Renewable Sources of Energy*). En continuas reuniones la idea se fue desarrollando a la vez que el interés por las energías renovables iba creciendo, como por ejemplo en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, 2002, o las Conferencias Internacionales acerca de Energía Renovable de Bonn, 2004 y Pekín, 2005. En la Conferencia de Bonn se hacía la solicitud expresa de la creación de una Agencia Internacional para la Energía Renovable, y cuatro años después, en 2008 con 170 representantes se llevó a cabo la primera conferencia preparatoria para la creación de IRENA en Berlín. En el mismo año se realizó el tratado fundamental de IRENA, el procedimiento para elegir al Director General, la financiación, la ubicación de las oficinas centrales y los planes de acción iniciales, fundándose en enero de 2009 cuya sede central se ubicó en Abu Dhabi (Emiratos Árabes Unidos). En la actualidad IRENA está conformada por 89 miembros, abarcando 88 estados más la Unión Europea, y son aspirantes 68 estados más.

IRENA es la primera organización de escala global destinada a la promoción de la energía renovable, cuyo objetivo es impulsar el uso sostenible de todas las formas de energía renovable. Todos sus miembros, a través de las políticas nacionales están comprometidos a favorecer la conversión hacia el suministro energético sostenible.

Entre las actividades previstas de IRENA se encuentra promover debates e interactuar con otras organizaciones y transmitir información para concienciar a la población mundial sobre los beneficios y el potencial de las energías renovables. Las tareas de sus miembros se circunscriben en el análisis, la supervisión y sistematización de las prácticas concernientes a las energías renovables en el ámbito internacional, proporcionar servicios de asesoramiento en financiación y en materia de políticas a todos los miembros, mejorar los mecanismos de transferencia de conocimientos y tecnología, capacitar y formar a los miembros, promover la investigación conjunta, el desarrollo e implantación de tecnologías así como la creación de redes científicas, y transmitir información sobre la generación y la aplicación de pautas técnicas nacionales e internacionales.

9 TENDENCIAS FUTURAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Según el informe de Greenpeace “Renovables 2050”, la capacidad de generar electricidad con fuentes renovables es muy superior a la demanda, en concreto, 56 veces superior a la demanda peninsular de 2017. Por lo que un horizonte 100% sostenible es posible, en cuanto a capacidad de generación.

De entre las renovables, los recursos asociados a la energía solar son los más abundantes. Para España, el sol es el mayor yacimiento energético, destacando la energía solar termoeléctrica. En segundo lugar, la energía eólica también tiene un gran potencial de consumo, con solo un desarrollo inferior al diez por ciento se podría abastecer la demanda y aun así España cuenta con capacidad para instalar más de cuatro veces la potencia planificada (Greenpeace, 2016).

Aunque hay algunos recursos renovables que han sido descartados en la planificación estratégica como la energía eólica marina y la geotérmica a través de roca seca o chimeneas solares, estas presentan un gran potencial de generación de energía y también podrían ser implementadas.

Un futuro sostenible es posible actualmente con los recursos de los que se dispone en España, sin embargo, también es imprescindible la participación del gobierno en su implementación. Para ello es necesario (Greenpeace, 2016):

- Establecer unos objetivos de obligado cumplimiento en las Directivas Europeas en materia de energías renovables.
- Fortalecer un sistema de primas a las energías renovables para garantizar que los inversores tengan un rápido retorno de la inversión.
- Desarrollar una fiscalidad ecológica con incentivos fiscales y bonificaciones a las inversiones en energías renovables.
- Dar prioridad de acceso a la red a las energías renovables.
- Aprobar un plan de energía solar y un plan eólico marino.
- Favorecer el aprovechamiento de la biomasa con una regulación respecto a la selección de recursos y distribución para garantizar la eficiencia del sistema.
- Garantizar a los consumidores la posibilidad de elegir una electricidad limpia.
- Eliminar las subvenciones al uso de combustibles fósiles y la energía nuclear.

En definitiva, si se pretende evitar el cambio climático y los impactos ambientales de las energías no renovables, es necesario desarrollar e implementar el sistema de energías renovables con el objetivo de conseguir un futuro totalmente sostenible.

Estas expectativas han sido reconocidas por los representantes de 195 países en la Cumbre del Clima realizada en París en junio de 2016. Este acuerdo representa un compromiso colectivo de las naciones grandes y pequeñas de abandonar la producción y el consumo de combustibles fósiles.

Entre los objetivos del acuerdo de París se encuentra elevar los “flujos financieros” para lograr una economía baja en emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, este resultado de la reunión no disuadió a los CEO de diez de las compañías más grandes del mundo de petróleo y gas (BG Group, BP, Eni, Pemex, Reliance Industries, Repsol, Saudi Aramco, Shell, Statoil y Total) en declarar su apoyo a los objetivos de la COP21.

La Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) ha estimado que el petróleo, a nivel mundial, representará el 28% del consumo energético en 2040, frente al 31,5% de 2015, debido al auge del gas natural y de las energías renovables. En la figura 7 se encuentra la proyección del consumo mundial de energía hasta el año 2050.

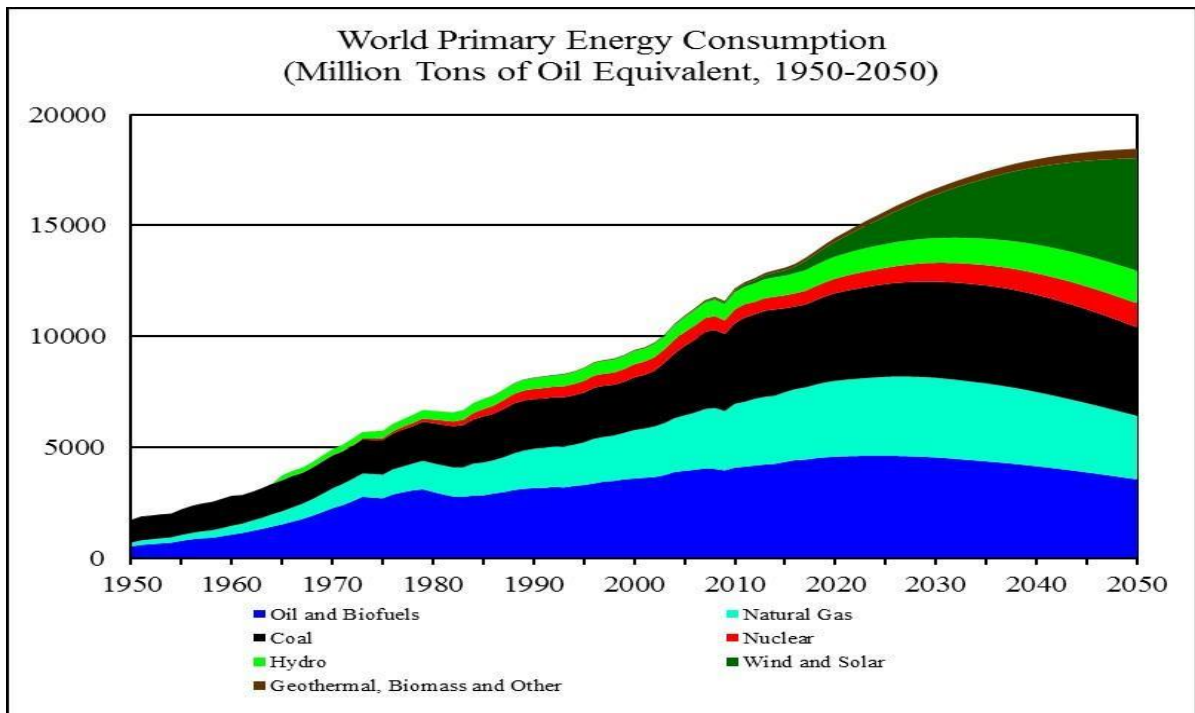


Figura 19. Consumo mundial de energía 1950-2050

Fuente: Boden, Marland, y Andres (2017)

Entre las tendencias de las energías renovables se encuentra la orientación hacia la innovación y al desarrollo tecnológico, sobre todo si se habla de la transición hacia un sistema energético sostenible.

Por ello, las investigaciones actuales se encuentran enfocadas en tres ámbitos de innovación considerados fundamentales: almacenamiento de la energía, el desarrollo de energías renovables de mayor eficiencia y el desarrollo del vehículo eléctrico, mientras que la distribución y el transporte de la energía en estos momentos son considerados de menor importancia. Estas investigaciones de acuerdo con el CES (2018) ya reflejan que se obtendrán avances significativos en los próximos años.

La inversión en redes inteligentes constituye un cambio brusco en cuánto a innovación en el sector eléctrico y ameritan que las estrategias para su creación y aplicación sean flexibles. La idea es aprovechar las oportunidades que brindan la transformación digital y en este sentido han sido muchos los países que han realizado ya inversiones dentro de este sector. Por ejemplo, en cuanto almacenamiento de energía se refiere se está tratando de encontrar opciones para sustituir las baterías de ion-litio, la cual es muy utilizada en las tecnologías portátiles, drones o coches eléctricos, pero que tienen limitada capacidad de almacenamiento, una velocidad de carga reducida, además de que hay escasez del material y tienen un coste alto.

Se han realizado investigaciones con el calcio, sodio, cinc y magnesio. Estos son más económicos y tienen una densidad de energía más elevada, y han descubierto que la sustitución del litio por sodio es prometedora, pues estas baterías tienen una velocidad de carga diez veces mayor que las convencionales, toleran más ciclos de carga/descarga y son incombustibles y pueden venderse a un precio asequible (CES, 2018).

En cuanto al desarrollo de energías renovables más eficientes, las investigaciones se han centrado en la energía solar porque parece que mejora el rendimiento y la eficiencia de los materiales. Aquí la innovación está enfocada en optimizar la tecnología que existe actualmente para sustituir el silicio cristalino utilizado en los paneles fotovoltaicos actuales por los perovskitas que pueden integrarse a cualquier tipo de superficie, son ligeras, reducen los costos de fabricación de las placas solares y además tienen un gran potencial de mejora. Es importante extender el esfuerzo innovador a tecnologías como la aerogeneración y la energía termosolar, si se quiere

lograr los objetivos establecidos por la Unión Europea en cuanto al aporte de energías renovables al mix energético y a la disminución de las emisiones de CO₂.

Precisamente para mantener la ausencia de emisiones de CO₂ ya se están desarrollando tecnologías que conlleven a combustibles alternativos para el transporte, pues comúnmente se asocia el vehículo eléctrico con ausencia de gases de efecto invernadero, pero, aunque este no emita partículas de combustión, si lo hacen las centrales que le proveen de suministro eléctrico, por ello se ha pensado en el hidrógeno, combustible que es más limpio y más eficaz. Produce únicamente vapor de agua como subproducto y su calor de combustión es superior en tres veces más al de la gasolina. Hoy día hay varias marcas comerciales que ya se han dado a la tarea de fabricar vehículos propulsados por hidrógeno que competirán con los vehículos eléctricos (CES ,2018).

Todo lo anteriormente expuesto se refiere a la innovación, pero es indudable que también es importante el desarrollo de la digitalización (RED,21), pues esta será indispensable para lograr un sistema energético sostenible ya que permite administrar la generación renovable de manera más óptima, integrar tecnologías innovadoras, implantar medidas de eficiencia energética, y especialmente, gestionar el consumo. En este contexto, el sistema eléctrico español es un referente tecnológico (CES, 2017) en cuanto a conocer el consumo a través de las redes inteligentes denominadas Smart grids, que de manera bidireccional permiten administrar el sistema tornándolo más eficiente y sostenible, y además disminuir las incidencias en la red.

A pesar de que desde hace años la red de transporte de energía en alta tensión posee inteligencia vinculada a sus dispositivos, cada día los sistemas son más complejos y por ello es necesario su renovación. De esta manera, las redes inteligentes además de permitir la coordinación, la automatización e integración de todos los agentes conectados a ellas, han admitido el desarrollo de sistemas de control en tiempo real, sistemas de cobertura y predicción, la seguridad y fiabilidad del sistema eléctrico, así como la gestión de la demanda e instalaciones singulares.

Conjuntamente con las redes se encuentran los contadores inteligentes a través de los cuales se hace la distinción horaria y se aplica el coste de la energía de acuerdo con el

momento en que es consumida, cuya lectura y tratamiento de la información se hace de manera remota. Esta digitalización del sistema eléctrico permitirá el avance del autoconsumo y la autogeneración, ambos contemplados en el Paquete de Invierno de la Comisión Europea.

En definitiva, el sector eléctrico tiene que dirigir sus acciones de acuerdo con el CES (2018), con miras a cumplir con los acuerdos para combatir el cambio climático, y en el proceso de descarbonización debe:

- Impulsar el cambio tecnológico a través de la innovación y la digitalización enfocados a la eficiencia energética,
- Promover que el consumidor tenga un papel más activo en el consumo, el ahorro y uso eficiente de la energía, y proteger a los más vulnerables,
- Planificar teniendo en cuenta el impacto de los cambios tecnológicos, así como los impactos económicos, territoriales y sociales particularmente en el empleo y la competitividad.

Se espera que estas tendencias se logren desarrollar y tengan un impacto económico, sobre el cual se han realizado estimaciones para el año 2030 fundamentados en los escenarios de continuidad, transición lineal y transición. Sobre ello a continuación se realiza un breve comentario (Abay, 2014):

España necesita inversiones, durante el período 2015-2030 en nuevas plantas para incrementar la potencia instalada hasta alcanzar los 99,162 y 207 GW. Debido a las diferentes fuentes de energías, las inversiones serán muy dispares y esto generará un mix de generación eléctrica diferente, por tanto, el sector de producción de energía eléctrica tendrá características propias en cada uno de los tres escenarios.

De esta manera, el empleo directo e indirecto generado alcanzaría unos 35.000 puestos de trabajo a TCE en el escenario de continuidad, unos 115.000 en el escenario de transición lineal y más de 203.000 en el escenario responsable, en líneas generales serían para personas entre los 26 y 45 años, en un 68% masculinas y con una distribución por educación como sigue: un 37% con educación primaria, 23,8% con

estudios de formación profesional y un 25,3% con estudios universitarios y equilibrado en cuanto al contexto residencial (rural/urbano). Las energías proveedoras de empleo serían la energía termoeléctrica y la energía eólica.

En cuanto al impacto fiscal, en España, de acuerdo al análisis realizado por Abay (2014), las partidas más altas serían generadas por las cotizaciones sociales relacionadas a los nuevos puestos de trabajo y la construcción de nuevas plantas de energía renovable las cuales son fuente de ingresos para los ayuntamientos, y sobre el incremento anual del PIB se estima aproximadamente 5.000 millones de euros en el escenarios de continuidad, mientras que en el de transición lineal sería de 13.000 millones de euros y el de transición rápida un impacto anual de 18.500 millones de euros, en torno a 2 puntos de PIB anuales. La maquinaria y el equipo mecánico, así como la fabricación de maquinaria y material eléctrico serán las ramas más beneficiadas de manera directa. Así como también la construcción y los servicios de ingeniería y asesoramiento técnico.

10 CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo era describir el contexto y el estado actual hasta 2017-2018 del mercado eléctrico español, así como el impacto de las energías renovables en el sistema. Tras el análisis realizado se ha cumplido este objetivo general, así como los objetivos específicos y se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. Describir el contexto histórico del sector eléctrico en España

Desde la generalización de la energía eléctrica se produjeron importantes inversiones y planes políticos para incentivar su uso y crear una infraestructura sólida. Sin embargo, los conflictos bélicos retrasaron el proceso. Tras la guerra civil se desarrollaron diferentes planes de Estabilización y se creó el Marco Legal Estable el cual reconoció diez subsistemas eléctricos controlados por diferentes empresas del programa de la Red Eléctrica de España.

No obstante, no fue hasta la liberalización del sector en 1997 con la entrada en la unión europea que el sistema eléctrico desarrollo su potencial y empezaron a fomentarse las prácticas sostenibles a través del Protocolo de Kioto. Este fue el primer antecedente en materia de energías renovables.

Años más tarde, en 2011 se aprueba el Plan de Energías Renovables para el periodo 2011-2020 para tratar de fomentar su uso, aumentar la seguridad del suministro y la competitividad económica. La previsión es que el consumo de energías renovables en 2050 alcance el 48,1%.

2. Identificar los agentes participantes en el mercado

Los principales agentes participantes en el mercado son las empresas generadoras de la energía, la empresa transportista, las comercializadoras, las distribuidoras y el consumidor final. También el Estado como ente regulador. Esta multitud de agentes participantes hacen que cada uno aporte un margen de valor añadido incrementando el precio al consumidor final. Sin embargo, las empresas generadoras son las que acaparan la mayor parte del precio y las distribuidoras habitualmente son la misma empresa que las comercializadoras, esto da lugar a que se originen mercados oligopolistas que controlan la distribución final.

3. Analizar el estado actual del mercado español y su convergencia con Europa.

Desde la segunda mitad de la década de los 90 la UE ha actuado para liberalizar los mercados de la electricidad y del gas. A través de las Directivas de 2003 estableció normas comunes para los mercados interiores de la electricidad y del gas natural. En este contexto, algunos Estados miembros anticiparon su proceso de liberalización, mientras que otros adoptaron las medidas necesarias de forma progresiva. Actualmente, siguen existiendo barreras de entrada a numerosos mercados de la electricidad y del gas natural. Todo ello, influye en las diferencias de precios en los diferentes países comunitarios.

Desde 2014 existen dos maneras de contratar la electricidad en España y, por tanto, habrá consumidores que pagarán un precio por kWh y otros, otro precio diferente. En

el mercado regulado es el Gobierno quien regula el precio a través del mercado mayorista, mientras que en el mercado libre son las comercializadoras las que fijan el precio.

4. Identificar las energías renovables presentes en España y su influencia en el mercado.

En España se encuentran en funcionamiento diferentes tecnologías de generación de energías renovables. En concreto, geotérmica, solar en su modalidad fotovoltaica y termoeléctrica, hidráulica y eólica. Todas ellas tienen capacidad suficiente para cubrir la demanda energética total del país, sin embargo, actualmente, debido a su escasa implementación, tienen un exceso de capacidad, se encuentran infrautilizadas y requerirían de grandes inversiones en desarrollo de infraestructuras para poder convertir al país en un sistema sostenible.

Asimismo, este incremento de las energías renovables, aunque aumente los costes de producción por la inversión efectuada, a largo plazo el precio final al consumidor se vería reducido por concurrencia de la oferta y la demanda, si se mantienen las condiciones de liberalización del mercado y libre competencia.

5. Identificar las futuras tendencias de las energías renovables.

Las energías renovables continúan aumentando su capacidad. Para el año 2050 se espera que el consumo de energía de fuentes renovables alcance el 48,1% del total en el mundo. Especialmente se espera un aumento del consumo de la energía solar termoeléctrica y la eólica terrestre. Sin embargo, el potencial es muy superior a la demanda y un futuro totalmente sostenible sería posible mediante la concienciación de los consumidores y una correcta implementación del gobierno mediante medidas de incentivos a la inversión en energías renovables, eliminación de subvenciones al uso de combustibles fósiles y una adecuada regulación que favorezca el derecho de los consumidores a emplear fuentes limpias de energía.

En el crecimiento industrial de España, las energías renovables han tenido también un papel importante, pues tras recibir el impulso a partir del 2004, cuando el modelo

energético que se empleaba en los años anteriores reflejó la necesidad de dirigir al país hacia modificaciones estructurales en el mismo. Desde entonces, los efectos del empleo de las energías renovables han sido positivos en la economía; tales como la disminución de la dependencia energética, la disminución en la emisión de CO₂, la sostenibilidad de sus fuentes, el cambio tecnológico, el avance hacia formas de energía mejor distribuidas, la disminución del déficit de la balanza comercial, generación de empleos y desarrollo o rural.

También es cierto que en su empleo se encontraron algunos inconvenientes, como el coste económico en donde también influye la movilidad de las tecnologías, predictibilidad limitada y su gestión. Sin embargo, a lo largo de los años, estas últimas situaciones han sido superadas debido a los avances en la gestión del sistema, al desarrollo de instalaciones para su almacenamiento tales como las plantas de energía solar y las técnicas de almacenamiento como el bombeo. De esta manera, se ha obtenido un mix diversificado que tiende a la sustentabilidad.

El mayor crecimiento de las energías renovables en está registrado en el sector eléctrico, alcanzando las siguientes cuotas: 31,6% en 2011, 33,5% en 2012, 36,7% en 2013, del 37,8% en 2014 y 36,9% ,2015 y 37,6% en 2016.

Los años en donde las energías renovables empleadas en la generación eléctrica superaron las previsiones del Plan de Acción de Acción Nacional de Energía Renovables (PANER) 2011-2020, fueron el 2014 con el 4,3 % que representa el punto máximo alcanzado, y el 2015 con 2,8%. Mientras que, en el 2017, estas energías hicieron posible que para la generación eléctrica se evitar la importación de combustibles fósiles; reflejando un ahorro de 2.115 millones de euros, de acuerdo a los precios de mercado de estos combustibles.

Realmente, entre la generación eléctrica, la energía térmica y los biocarburantes, del Sector de las Energías Renovables se evitaron en el 2017, la evitaron la importación de 20.068.185 toneladas equivalentes de petróleo (tep) de combustibles. También lograron evitar la emisión de 56.850.744 toneladas de CO₂ a la atmósfera, lo que conllevó a ahorrar pagos por concepto de derechos de emisión cuyo valor fue de 332

millones de euros. De esta manera, la producción y consumo renovable permitió un ahorro en un 18%, y de un 9% con respecto al precio promedio de los derechos de emisión por tonelada de CO₂.

En otro sentido también se ha logrado ahorros importantes, pues la entrada de las energías renovables en el mix de generación eléctrica se originó una rebaja en el precio del mercado diario, pues a mayor entrada de energías renovables en el sistema menor es precio de casación, como referencia se tiene al 2017, año en que el abaratamiento en el precio del mercado eléctrico fue de 2.584 millones de euros, representando un ahorro de 10,23 euros por cada MWh. De no estar presentes estas energías en el mix, el precio medio del mercado habría sido de 62,47 €/MWh en lugar de los 52,24 €/MWh. En cuanto a derechos de CO₂, las energías renovables permitieron el ahorro de 237 millones.

A partir del 2014, el sistema eléctrico ha venido disminuyendo el déficit en la tarifa, logrando que en los últimos años haya cerrado con superávit. En el 2016 y 2017 la retribución por esta razón ha sido mayor a los 5.000 millones. De la misma manera, también la utilización de las renovables ha generado puestos de trabajo que en el 2017 alcanzó la cantidad total de 78.667 en términos globales.

Hasta los momentos, España ha utilizado la energía generada por fuentes renovables en un 17%, aproximándose al reto que debe cumplir para el 2020, cuyo objetivo es llegar al 20%. De acuerdo a APPA, es posible que lo logre, pues ya se están realizando diferentes acciones, entre ellas, está todo dispuesto para que en este año 2019 se construyan más parques eólicos en España.

El gobierno español espera que para el 2030 la generación eléctrica con renovables alcance el 74%, todo ello con miras a lograr un posicionamiento en el liderazgo, así como economía más moderna, el desarrollo del medio rural, mejoras en el medio ambiente, así como en la salud de los ciudadanos y contribuir con la justicia social.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021- 2030, recientemente aprobado por el gobierno de España, es el marco de energía y clima que “sienta las bases para la

modernización de la economía española, la creación de empleo, el posicionamiento de liderazgo de España en las energías y tecnologías limpias que dominarán la próxima década, el desarrollo del medio rural, la mejora de la salud de las personas y el medio ambiente, y la justicia social. Presentamos una hoja de ruta para la próxima década, diseñado en coherencia con la neutralidad de emisiones a la que aspiramos en 2050 y desde un punto de vista coste eficiente. La senda que se ha trazado para lograr los objetivos a 2030 se ha basado en el criterio de neutralidad tecnológica, dentro de una trayectoria coste-eficiente de las diferentes tecnologías capaz de lograr los objetivos de descarbonización asumidos por el Plan. La Ley de Cambio Climático, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y la Estrategia de Transición Justa son los tres pilares esenciales cuyo efecto suma garantiza que España cuente con un marco estratégico estable y certero para la descarbonización de su economía. Se trata del marco estratégico que facilita una transformación de la economía española en la que el país ganará en prosperidad, seguridad energética, generación de empleo industrial, innovación, salud, desarrollo tecnológico y justicia social, acompañando a los colectivos más vulnerables.”

El PNIEC pretende alcanzar los siguientes resultados para 2030:

- 21% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 39,6% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% renovable en la generación eléctrica.

En 2050 el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones de GEI y en coherencia con la Estrategia Europea. Además, se pretende alcanzar un sistema eléctrico 100% renovable en 2050.

11 BIBLIOGRAFÍA

Abay Analistas Económicos y Sociales (2014). *El impacto de las energías renovables en la economía con el horizonte 2030*. Greenpeace.

Afi. (2018). *Balance socioeconómico de las biomásas en España 2017-2021*. https://www.appa.es/wp-content/uploads/2018/08/Balance-Biomásas-Espa%C3%B1a-UNI%C3%93N-BIOMASA_vf.pdf.

Algieri, B., Aquino, A. Y Succurro, M. (2011). Going <<green>>: trade specialization dynamics in the solar photovoltaic sector. *Energy Policy*, vol. 39, issue 11, 7275-7283

APPA (2017). Estudio del impacto Macroeconómico de las energía renovables en España. En: https://www.appa.es/wpcontent/uploads/2018/10/Estudio_del_impacto_Macroeconomico_de_las_energias_renovables_en_España_2017.pdf

Arana, S., Iglesias Gallardo, J. L. y De Los Santos Lago, C. (2011). Arbitraje internacional bajo el Tratado sobre la Carta de la Energía: la vía del inversor extranjero. *Cuadernos de Energía*, nº 30, 2011, págs.5-10.

ARPA (2014). *Estudio del impacto Macroeconómico de las energías renovables en España*. P. 140

Beltrán, H. (2016). Influencia de las renovables en el precio de la electricidad. Recuperado de: <http://www.f2e.es/es/influencia-de-las-renovables-en-el-precio-de-la-electricidad>

Boden, T. A., Andres, R. J., y Marland, G. (2017). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions (1751-2014) (V. 2017). Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC).

CES (2017) Informe el Sector eléctrico en España p. 112

CESCE. (2018). *Energías renovables. Informe sectorial de la economía Española*. En: [https://issuu.com/cesce.es/docs/10 - energ as renovables](https://issuu.com/cesce.es/docs/10_-_energias_renovables)

CIAMET. (2017). Situación de las Energías Renovables en España. Año 2016. En: file:///C:/Users/User/Downloads/1672433246_2882017112736.pdf

Comisión Europea (2008). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - Enfrentarse al desafío de la subida de los precios del petróleo. COM/2008/0384 final.

Correa, N (2007). Fuentes Alternativas de Energía. Recuperado de: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303014/Modulo_Fuentes_Alternativas_de_Energia.pdf

Danish Wind Industry Association. 2002. Wind energy news archives 2002. Recuperado en: <http://www.windpower.dk/news/archive6.html>.

Deltavolt (2018). El futuro con energías renovables. Recuperado de: <https://deltavolt.pe/energia-renovable>

Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad. DO L nº 283 de 27 de octubre de 2001

Directiva 2009/72/CE (2009), 13 de julio, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE, Bruselas, Comisión Europea

Deloitte (2011) *El impacto económico de las energías renovables en el sistema productivo español*. IDAE, Madrid.

EUROSTAT (2011): PRODCOM database of the European Statistics Office (EUROSTAT).
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/database>

Eurostat (2017). Estadísticas de los precios de la electricidad. Recuperado de:
https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Electricity_prices_statistics/es

IDAE (2005). Plan de Energías Renovables en España 2005-2010. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. En: [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_PER_2005-2010_8_de_gosto-2005_Completo.\(modificacionpag_63\)_Copia_2_301254a0.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_PER_2005-2010_8_de_gosto-2005_Completo.(modificacionpag_63)_Copia_2_301254a0.pdf)

Fano, J. M. M. (2003). Historia y panorama actual del sistema eléctrico español. Física y sociedad, 10-18.

González Velasco, J. (2009). Energías Renovables. Ed. Reverte.

Greenpeace (2016). Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular. Recuperado de:
<https://www.mincotur.gob.es/energia/nuclear/mesa-dialogo/Cobertura2/E.%20Documentos%20de%20apoyo/ResumenRenovables2050.pdf>

IDAE (2011): Impacto económico de las energías renovables en el sistema productivo español. Estudio Técnico PER 2011-2020

IDAE (2019). Informe estadístico de las energías renovables. En:
<http://informeestadistico.idae.es/t1.htm>

Greenpeace (2005). Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular. En: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/renovables-2050.pdf>

IEA (International Energy Agency) (2008): *Deploying Renewables. Principles for Effective Policies*, OECD/IEA, París.

IEA (International Energy Agency) (2010): *World Energy Outlook 2010*, OECD/IEA, París.

IEA (International Energy Agency) (2011a): *World Energy Outlook 2011*, OECD/IEA, París.

IEA (International Energy Agency) (2011b): *Deploying Renewables. Best and Future Policy Practice*, OECD/IEA, París.

IEA (Internacional Energy Agency) (2011c): *Key World Energy Statistics*, OECD/IEA, París.

IEA (International Energy Agency) (2011d): *Renewables Information 2011 with 2010 data*, OECD/IEA, París.

IEA (International Energy Agency) (2012): *Energy Policies of IEA Countries- Denmark- 2011 Review*, OECD/IEA, París.

IEA (International Energy Agency) (2018): Informes renovables de la IEA: la bioenergía liderará crecimiento de todas las energías renovables hasta el 2023. En: <https://www.4echile.cl/informe-renovables-2018-la-iea-la-bioenergia-lidera-crecimiento-todas-las-energias-reno>

Instrumento de Ratificación del Protocolo de Kyoto al Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997. BOE» núm. 33, de 8 de febrero de 2005.

IPCC (2012): *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Support Unit Working Group III* Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). Cambridge University Press.

Johnstone, N., Hascic, I. Y Popp, D. (2010): Renewable energy policies and technological innovation: evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics*, vol. 45, no 1, pp. 133-155.

Kepa Sodupe Concurera, E, B., “Los problemas energéticos en la Unión Europea a la luz del Tratado sobre la Carta de la Energía”. *Anuario español de derecho internacional*, Nº 16, 2000, págs. 421-448.

Lee, B., Lliev, L. Y Preston, F. (2009). *Who owns our low carbon future? Intellectual Property and Energy Technologies*. Chatham House Report. London.

Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional. «BOE» núm. 313, de 31 de diciembre de 1994, páginas 39362 a 39386 (25 págs).

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. «BOE» núm. 285, de 28/11/1997.

Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética. Jefatura del Estado «BOE» núm. 312, de 28 de diciembre de 2012

López Milla, J. (1999). *La liberalización del sector eléctrico español. Una reflexión a la luz de la experiencia de Inglaterra y Gales*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante.

López-Ibor Mayor, V. (2009). *El Tratado de la Carta Europea de la Energía*. Tratado de regulación del sector eléctrico / coord. por Fernando Becker Zuazua, Luis María Cazorla Prieto, Julián Martínez-Simancas Sánchez, José Manuel Sala Arquer, Vol. 1, Aspectos jurídicos, págs. 213-240.

MITyC/IDEA (2011). *Plan de Energías Renovables 2011-2020*. Recuperado de: <http://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/plan-de-energias-renovables-2011-2020>

Ministerio de Energía y Turismo Digital. (2014) En: <https://energia.gob.es/>

OCDE (2008): 2008 Compendium of Patent Statistics

OMIE (2018). Datos del mercado eléctrico. Recuperado de:
<http://www.datosdelmercado.omie.es/es/datos-mercado>

OMIE (2018). Evolución del mercado de la energía eléctrica. Abril 2018. Recuperado de: http://www.omie.es/files/informe_mensual_abril_2018.pdf

Planeles, M. (14 de marzo de 2017). *España se estanca en el uso de las energías renovables*. Obtenido de El País: https://elpais.com/economia/2017/03/14/actualidad/1489495279_805186.html

Pomeroy, J. W., Gray, D. M., Hedstrom, N. R., & Janowicz, J. R. (2002). Prediction of seasonal snow accumulation in cold climate forests. *Hydrological Processes*, 16(18), 3543-3558.

REE- Red Eléctrica de España (2018). Estadísticas del sistema eléctrico. Recuperado de: <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol>

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. «BOE» núm. 75, de 27 de marzo de 2004, páginas 13217 a 13238 (22 págs.)

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. «BOE» núm. 126, de 26/05/2007.

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

«BOE» núm. 234, de 27 de septiembre de 2008, páginas 39117 a 39125 (9 págs).

Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. «BOE» núm. 283, de 23 de noviembre de 2010, páginas 97428 a 97446 (19 págs.)

Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica. BOE» núm. 298, de 8 de diciembre de 2010, páginas 101853 a 101859 (7 págs.)

Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. «BOE» núm. 312, de 24 de diciembre de 2010, páginas 106386 a 106394 (9 págs.)

Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. «BOE» núm. 24, de 28 de enero de 2012, páginas 8068 a 8072 (5 págs.)

Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero. «BOE» núm. 29, de 2 de febrero de 2013, páginas 9072 a 9077 (6 págs.)

Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico. BOE núm. 167 de 2013

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. «BOE» núm. 310, de 27/12/2013.

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. «BOE» núm. 140, de 10 de junio de 2014, páginas 43876 a 43978 (103 págs.)

Red Electrica de España. Avance del Informe del sistema eléctrico español 2018. En: <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-anual/avance-del-informe-del-sistema-electrico-espanol-2018>

Red Electrica de España. Avance del Informe del sistema eléctrico español 2017. En: <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-anual/informe-del-sistema-electrico-espanol-2017>

Tratado sobre la Carta de la Energía, hecho en Lisboa el 17 de diciembre de 1994. BOE núm. 117, de 17 de mayo de 1995, págs. 14122 a 14153

Tratado sobre la Carta de la Energía, hecho en Lisboa el 17 de diciembre de 1994. Aplicación provisional. BOE» núm. 117, de 17 de mayo de 1995.

UNESA (1985). Memoria Estadística de 1985. Recuperado de: <http://directoriodelaenergia.es/opac/busca.php?tipodoc=Memorias+e+informes&formTipo=0&codopac=OPEXT>

Urban, F. and Energy Efficiency (REEE'2017).

Europea, U. *Directiva 85/337/CEE, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. DOCE nº 175 (Serie L). de 05/07/1985.* <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT>.

EU-Commission. (2001). Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220. EEC.

Reglamento (UE) núm. 1293/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2013, relativo al establecimiento de un Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE) y por el que se deroga el Reglamento (CE) núm. 614/2007.(DOUE L347/185, de 20 de diciembre de 2013). *Actualidad Jurídica Ambiental*, (32), 66-67.

Red Eléctrica de España, RED21 en <http://www.ree.es/es/red21>.