IvieLAB

Entregable 2

Informe

LA TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNITAT VALENCIANA: LECCIONES DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

Ivie

GENERALITAT VALENCIANA

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS PÚBLICAS (IVIELAB)

En 2018 el Ivie, en colaboración con Presidencia de la Generalitat Valenciana (GVA), puso en marcha el Laboratorio de Análisis de Políticas (IvieLAB), dedicado a diseñar nuevas metodologías y desarrollar las herramientas necesarias para la evaluación de políticas públicas, en particular de las administraciones públicas valencianas. En el marco del convenio suscrito en 2019 con el mismo fin, se han realizado numerosos informes sobre ámbitos estratégicos para la orientación de las políticas de modernización y fomento del desarrollo económico y social de la Comunitat Valenciana. En concreto, fruto de la colaboración entre el Ivie y Presidencia de la GVA en 2019, se ha trabajado en el análisis de los determinantes de la productividad regional y sectorial, la importancia del tamaño empresarial para la evolución de los sectores productivos, el cambio de modelo económico, las consecuencias de la recentralización, los modelos en el ámbito de la transición energética, el impacto socioeconómico de la inmigración, las infraestructuras y la accesibilidad a los servicios digitales en las empresas, el impacto del envejecimiento en la economía, la competencia en los procedimientos de contratación y la aportación económica del sector audiovisual en la Comunitat Valenciana. Para la realización de estos trabajos, se ha constituido un equipo amplio formado por investigadores y técnicos del Ivie junto con otros colaboradores externos, bajo la dirección de Francisco Pérez y Joaquín Maudos, Catedráticos de la Universitat de València y Director y Director adjunto de investigación del Ivie, respectivamente. Los investigadores y técnicos del Ivie que han participado en el desarrollo de las actividades de IvieLAB en 2019 son por orden alfabético: Carlos Albert, Rodrigo Aragón, Eva Benages, Alba Catalán, Juan Fernández de Guevara, Héctor García, Francisco Goerlich, Alicia Gómez, Laura Hernández, Matilde Mas, Consuelo Mínguez, Silvia Mollá, Fernando Pascual, Juan Pérez, Javier Quesada, Juan Carlos Robledo, Ernest Reig, Inés Rosell, Jimena Salamanca, Lorenzo Serrano, Marta Solaz, Ángel Soler, Iván Vicente e Irene Zaera. Los profesores de universidad externos que han participado en los trabajos desarrollados son: José Antonio Álvarez, Isidro Antuñano, Amadeo Fuenmayor, Mª Dolores Furió, Rafael Granell, Pedro José Pérez y Vicente Safón. La lista del equipo de trabajo se completa con personal de edición y maquetación (Mari Cruz Ballesteros, Alicia Raya y Susana Sabater), servicios generales (Rosa Buitrago, Yolanda Jover, Belén Miravalles y Natalia Mora) y la gerencia del Ivie (Pilar Chorén).

Este informe ha sido realizado por el siguiente equipo:

Investigación

María Dolores Furió (Dir.) (Universitat de València)
Vicente Safón (Universitat de València e Ivie)

Técnicos

Jimena Salamanca (Ivie)

Edición y diseño

Mª Cruz Ballesteros (Ivie)
Alicia Raya (Ivie)

ISBN: 978-84-09-37811-1

Índice

RESUMEN EJECUTIVO **5**

1. INTRODUCCIÓN **15**

2. SITUACIÓN ACTUAL EN LA COMUNITAT VALENCIANA **17**

2.1. Principales indicadores del Sistema Eléctrico *17*

2.2. Contextualización de la situación de la Comunitat Valenciana en España *27*

2.3. Precios de la energía eléctrica. *33*

2.4. Niveles de emisiones de CO2 ..... *42*

2.5. Objetivos de política energética planteados a nivel europeo, estatal y para la Comunitat Valenciana en el Horizonte 2030 ..... *43*

3. CASOS DE ESTUDIO **47**

3.1. Metodología del estudio *47*

3.2. Casos de estudio *49*

3.3. Cuadros resumen de las medidas adoptadas por los países estudiados *82*

4. ESTRATEGIAS PARA LA COMUNITAT VALENCIANA **91**

4.1. Objetivos y metodología *91*

4.2. Comparación de la Comunitat Valenciana con los benchmarks *93*

5. CONCLUSIONES **113**

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS **117**

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe analiza la Comunitat Valenciana en el contexto del Sistema Eléctrico Español e internacional, y realiza un ejercicio de *benckmarking* a partir de las buenas prácticas internacionales en la transición energética identificadas en seis casos de estudio, utilizando fuentes de información secundaria y primaria (expertos). Su objetivo fundamental es analizar la Comunitat Valenciana desde una perspectiva comparada (tanto con el resto de España como con referentes internacionales), con el fin de servir de apoyo analítico a la política energética valenciana. A continuación se presentan sus principales resultados.

La Comunitat Valenciana en el contexto del Sistema Eléctrico Español

- La **potencia neta total instalada** en la Comunitat Valenciana ascendió en 2018 a 8.224 MW, suponiendo un 8% de la potencia instalada en España. En esta comunidad autónoma, el 35% de la potencia instalada se corresponde con centrales de ciclo combinado; bombeo supone el 18%, eólica el 15%, nuclear el 13%, hidráulica el 8%, cogeneración el 6%, solar fotovoltaica el 4%, residuos no renovables el 0,8% y solar térmica el 0,6%. Las fuentes de generación renovable constituyen el 28% de la potencia neta total en la Comunitat.

- La potencia instalada en la Comunitat Valenciana ha experimentado un incremento neto de un 10% entre los años 2013-2018. El aumento más importante se ha producido en bombeo (138%), lejos del obtenido en solar fotovoltaica (4%) y eólica (1%). La disminución más importante se ha cosechado en cogeneración (-51%) y en la agrupación de tecnologías mostradas bajo la rúbrica “Otras renovables” (-29%).

- Por provincias, la potencia instalada neta total está dominada por la solar fotovoltaica en Alicante, con el 59% del total; por los ciclos combinados en Castellón (60%) y por el bombeo en Valencia (28%).

- La contribución de la Comunitat Valenciana a la potencia instalada total en España en fuentes de generación renovable en 2018 fue del 4,7%, tras Castilla y León (21,7%), Galicia (14,9%), Andalucía (12,4%), Castilla-La Mancha (12,1%), Extremadura (7,7%), Cataluña (7,3%) y Aragón (7,3%).

- La **electricidad generada neta** en la Comunitat Valenciana ascendió a 19.123 GWh en 2018, un 12% superior al nivel alcanzado en 2017 y un 7,3% de la generación total de España. El 46% de la producción fue de origen nuclear (41% en 2017), seguida de un 22% de ciclos combinados (24% en 2017), un 13% de generación eólica (idéntico porcentaje en 2017), un 9% de cogeneración (ídem en 2017), un 5% de

bombeo (6% en 2017), un 3% de solar fotovoltaica (ídem en 2017), un 2% de hidráulica (ídem en 2017), un 0,5% de solar térmica (1% en 2017), un 0,3% de residuos no renovables (ídem en 2017) y un 0,2% en otras fuentes de generación renovable (ídem en 2017).

- Pese a la capacidad instalada en energía hidráulica y a tener unas condiciones climáticas muy favorables para la instalación y explotación de fuentes de energía renovable como la solar fotovoltaica, en 2018 tan solo el 18,5% de la generación eléctrica en la Comunitat Valenciana fue de origen renovable. Además, este dato es similar o inferior al obtenido en los años de 2013 a 2017.

- En 2018 la demanda no cubierta por electricidad producida en el interior de la Comunitat se redujo en un 16,5%.

- La **demanda de electricidad** en barras de central alcanzó los 27.228 GWh en la Comunitat Valenciana en 2018, lo que supone un 10% de la demanda eléctrica en España. Esta magnitud se ha mantenido estable en los últimos años, creciendo ligeramente (1%) en 2018 con respecto a 2017. Su evolución se halla fuertemente ligada a la evolución del PIB.

- La producción de electricidad en el interior de la Comunitat Valenciana no fue suficiente para satisfacer la demanda. Aproximadamente el 34% de la demanda eléctrica en la Comunitat Valenciana se cubrió con generación procedente de otras comunidades autónomas en 2018. Esta situación de déficit persiste a lo largo de los últimos años.

- Solo la energía nuclear arroja un **factor de carga** superior al 90%. Este indicador cae drásticamente para el resto de tecnologías de generación en la Comunitat Valenciana durante el periodo considerado (2013-2018). En 2018, el factor de carga de las diferentes tecnologías fue del 40% para las centrales de cogeneración, 34% para la biomasa y biogás, del 23% para la energía eólica, del 20% para la energía solar térmica, del 16% para los ciclos combinados, del 11% para los residuos no renovables, del 7% para la energía hidráulica, e idéntico registro para la turbinación por bombeo.

- La mayor parte del consumo de electricidad se destina a la industria (36% respecto al total), seguida de usos domésticos (31%), hostelería, comercio y servicios (19%), administración, otros servicios públicos, agua y residuos (11%) y agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca (3%). Se detecta una tendencia de veranos progresivamente más cálidos, lo que ha disparado el consumo eléctrico doméstico en esta estación.

- Se constata a lo largo de los últimos años la tendencia creciente de la **contratación de la electricidad** a través de un comercializador en el mercado libre frente a la contratación a través de un comercializador de referencia.

- La longitud de la **red de transporte** en la Comunitat Valenciana en 2018 fue de 2.435 kilómetros (7% más que en 2015), 8.400 posiciones de subestación (37 más que en 2015) y 8.200 MVA de capacidad instalada de transformación (600 MVA más que en 2015). Respecto al total nacional, la red de transporte de la Comunitat Valenciana en 2018, en kilómetros de red, supuso el 5,5%, el 8,2% del total de posiciones de subestación y el 9,2% de la capacidad instalada total de transformación.

- El **precio final medio de la electricidad** en el mercado eléctrico se situó en 64,4 Euros/MWh en 2018, el más elevado desde 2008. Un factor determinante de su evolución ha sido el precio de los permisos en el mercado europeo de emisiones de CO_2 (EU-ETS), el cual llegó a alcanzar en septiembre de 2018 los 25 Euros/tonelada, partiendo de niveles de precio en torno a los 8 Euros/tonelada en enero de este mismo año.

- Los precios del mercado mayorista de Italia y Reino Unido han sido, en general, los más elevados durante el periodo 2013-2018, mientras que los precios de Nord Pool y, en menor medida, los precios de Austria se sitúan en los niveles más bajos. Los precios del Mercado Ibérico (España y Portugal) han formado parte del grupo de los países con precios más altos desde el último trimestre de 2014 hasta finales de 2015 y, posteriormente, desde mediados de 2016 hasta principios de 2018.

- Los consumidores domésticos de España pagan un precio medio por la electricidad superior al precio medio de la Unión Europea, situado en 247,6 Euros/MWh en 2018 (un 35% superior a la media de la UE). Lo contrario ocurre con el precio para usos no domésticos, el cual ha sido en 2018 un 6% inferior a la media de la UE.

- Las **emisiones de CO_2** en la Comunitat Valenciana han supuesto de media el 7% del total de emisiones de CO_2 en España, durante el periodo 1990-2017. El peso sobre el total ha ido incrementándose a lo largo del tiempo, pasando del 6% en 1990 al 7,3% en 2017. Considerando el conjunto de España, las emisiones de CO_2 han crecido un 18% respecto al nivel de 1990. En el caso de la Comunitat Valenciana, el crecimiento ha sido de un 42%.

- La cantidad de emisiones de CO_2 registradas a lo largo de 2018 ha sido superior a la cantidad asignada de forma gratuita a las instalaciones de la Comunitat Valenciana para dicho año, lo que ha provocado un déficit de derechos que han adquirido las empresas valencianas en el mercado europeo de emisiones (EU-ETS).

- Los objetivos de la Comunitat Valenciana en materia energética están alineados con los del Estado y la UE. Se concretan en los siguientes para el horizonte 2030:

  - Un aumento de la eficiencia energética de al menos el 32,5%.

  - Una cuota de energía procedente de fuentes de generación renovables de al menos el 32% del consumo final bruto de energía.

  - Un porcentaje de participación de las energías renovables sobre la potencia eléctrica instalada de un 71,6%.

  - Un porcentaje de participación de las energías renovables sobre la producción eléctrica de un 59,2%.

Casos de estudio

El informe presenta el análisis de seis países donde se han desplegado políticas de transición energética con resultados excelentes. Se han elegido cuatro países que ocupan las posiciones más altas en el *ranking* del Índice de Transición Energética que elabora el Foro Económico Mundial, esto es, Suecia, Suiza, Noruega y Finlandia, además de Reino Unido y Alemania, países más cercanos a España en términos de tamaño y muy activos desde el punto de vista de la transición energética. El objetivo del análisis de los casos es describir estrategias de éxito en otros países con el fin de servir de *benchmarks* para el caso valenciano. El análisis se ha realizado a partir de un esquema uniforme con el fin de permitir el estudio homogéneo de cada país basado en la siguiente estructura: objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible, sistema eléctrico, fiscalidad medioambiental, transporte y movilidad, eficiencia energética, e investigación, desarrollo e innovación. A continuación se presentan los principales datos relativos a estrategias, objetivos de transición y *mix* energético de los casos considerados y las medidas con mayor prevalencia.

- Los países considerados fijan **objetivos** muy ambiciosos en muchos casos relativos a emisiones (GEI), consumo procedente de fuentes de generación renovables y eficiencia energética. La evolución de las emisiones de CO_2 ha seguido una tendencia a la baja, con la excepción de Noruega. El peso de las energías renovables en el consumo

de energía final ha crecido muy notablemente en todos los países, excepto en Noruega. No obstante, cabe precisar que Noruega es el país que mayor cuota de energías renovables tiene sobre el consumo final de energía de los países analizados en el presente trabajo (60% en 2016). Todos los países han conseguido mejoras importantes en eficiencia energética durante el periodo 1990-2016.

- **Suecia** basa su transformación energética en tres áreas: medidas de fiscalidad medioambiental, fomento de las energías renovables, y apuesta por la investigación y el desarrollo en sistemas energéticos sostenibles. El *mix* de generación en Suecia está formado por energía nuclear e hidráulica en su mayor parte. En los últimos años, ha irrumpido con fuerza la generación eólica como consecuencia de la política de promoción de renovables llevada a cabo por el gobierno sueco. En 2018, el 57% de la generación de electricidad fue de origen renovable y libre de emisiones en un 97%. La electricidad producida a través de carbón, petróleo y gas natural representó el 3% restante.

- La estrategia energética de **Suiza** se basa en el desmantelamiento de las centrales nucleares, la reducción del consumo energético, la reducción de emisiones contaminantes per cápita, la promoción de energías renovables y la eficiencia energética. La estructura de generación en el año 2018 está formada principalmente por generación hidroeléctrica (55%) y nuclear (36%). En mucha menor medida, también se generó electricidad a partir de energía solar (2,8%), bioenergía y residuos (2,6%), otros combustibles (1,8%), gas natural (1%) y petróleo (0,1%).

- Pese a que **Noruega** es un importante productor de gas y petróleo, se muestra bastante activo en la lucha contra el cambio climático a nivel global. El gobierno noruego se ha comprometido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 40% en 2030, con respecto a los niveles registrados en 1990, así como a conseguir la neutralidad de carbono en ese mismo año. Con respecto al *mix* de generación, la producción hidroeléctrica contribuyó en un 95% a la generación total, mientras que el 5% restante se distribuyó entre energía eólica (3%), térmica (1,8%) y otros (0,2%).

- El avance hacia la consecución progresiva de los objetivos de transición energética de **Finlandia** se ha basado en la mejora de la eficiencia energética, la promoción de las energías renovables, la sustitución de los combustibles fósiles y el mantenimiento de la energía nuclear. La generación de electricidad se lleva a cabo mayoritariamente a partir de fuentes bajas en emisiones, dado que su estructura de generación en el año 2018 se componía principalmente de energía nuclear (32%), hidroeléctrica (20%) y biomasa (18%). La generación eólica y solar supuso el 9% y el 0,2%, respectivamente. Completan la estructura de generación la generación a partir del carbón (14%), gas natural (6%), petróleo (0,4%) y otros (1,2%). El 46% de la generación en 2018 se produjo a partir de fuentes renovables.

- **Reino Unido** ha experimentado una transformación energética en los últimos años fundamentalmente provocada por la creciente participación de fuentes de generación renovables que han ido desplazando la generación a través de combustibles fósiles, básicamente el carbón. La principal fuente de generación de electricidad en el año 2018 ha sido el gas natural (39%), seguido de la energía nuclear (19%), la energía eólica (18%) y los biocombustibles (11%). La energía eólica ha experimentado un crecimiento muy notable, pasando del 3% en 2010 al 18% en 2018. En el lado opuesto, la generación a partir del carbón ha pasado de tener un peso del 29% en 2010 a cerrar 2018 representando únicamente el 5%. El porcentaje de energías re-

novables ha alcanzado el 35% del total del *mix* de generación.

- La estrategia de **Alemania** se basa en los siguientes ejes: fomento de las energías renovables, refuerzo y expansión de la infraestructura de la red de electricidad; mejora de la eficiencia energética; y dotación de una mayor cantidad de fondos a la investigación y desarrollo, sobre todo a las nuevas tecnologías de almacenamiento. La principal fuente de generación en 2018 ha sido el carbón (36%), seguida de la eólica (18%), el gas natural (13%), la nuclear (12%), los biocombustibles y residuos (8%), la solar (7,5%) y la hidroeléctrica (4%). De un modo más residual también se genera electricidad a partir del petróleo (0,8%), combustibles no renovables (1,1%) y otras fuentes no identificadas (0,3%). Las energías renovables han experimentado un notable crecimiento, pasando de suponer un 22% del *mix* en 2011 a un 37% en 2018. En particular, la generación de la energía eólica se ha incrementado en un 127%.

- Las **medidas de mayor prevalencia** relativas al sistema eléctrico observadas en los casos de estudio han sido:

  - Los sistemas de certificados de electricidad, las subvenciones a la inversión en pequeñas instalaciones de energía solar fotovoltaica para autoconsumo, y el *feed-in tariff* para instalaciones de generación de renovables; todo ello para lo relativo a fuentes de generación renovables.

  - En lo concerniente al diseño de mercado el incremento de las interconexiones, la reserva estratégica para prevenir apagones y el cierre progresivo de centrales nucleares al final de su vida operativa útil sin posibilidad de sustitución por otras nucleares;

  - Los contadores inteligentes, dentro de las medidas relacionadas con las redes inteligentes y los *data hub*.

- Dos medidas han emergido entre las relacionadas con la fiscalidad medioambiental: impuesto sobre energía e impuesto sobre emisiones CO_2.

- Las medidas sobre transporte y movilidad se han dividido en tres bloques: vehículo eléctrico, biocombustibles y "otras medidas". Las más prevalentes han sido, en relación al vehículo eléctrico, las nuevas infraestructuras de carga pública rápida, las subvenciones a la instalación de puntos recarga en el domicilio, y la coordinación con entidades locales para crear o mejorar la infraestructura de puntos de carga de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos. En relación a los biocombustibles, el porcentaje mínimo de biocombustibles (mezcla) en el suministro de combustibles.

- Las medidas de eficiencia energética más citadas han sido los contratos voluntarios entre empresas que se comprometen a mejorar la eficiencia energética y el gobierno; el liderazgo del sector público en la eficiencia energética de sus edificios; los requisitos de certificación energética para electrodomésticos; las ayudas para propietarios e inquilinos que hagan reformas para mejorar la eficiencia energética; los requisitos de emisiones de CO_2 en edificios existentes residenciales y comerciales y requisitos de cero emisiones para los nuevos; los requisitos de ahorro y eficiencia energética en las nuevas construcciones; el certificado energético sobre calidad energética de los edificios; el fomento de la sustitución del petróleo o el carbón a los biocombustibles y a la biomasa sólida; y las ayudas para la sustitución del petróleo a otras fuentes de generación renovables como las bombas de calor, el calor renovable o el hidrógeno.

Estrategias para la Comunitat Valenciana

Se ha llevado cabo un ejercicio de evaluación de las estrategias de transición energética de los países analizados poniendo el foco en la

Comunitat Valenciana, con el objetivo de extraer recomendaciones que orienten su política energética. Este ejercicio se ha apoyado en una **investigación cualitativa** basada en la consulta a expertos. Los principales resultados son los siguientes:

- Las dos tecnologías con mayores posibilidades de aportación al *mix* energético valenciano son la solar fotovoltaica y la eólica.
- En relación con la solar fotovoltaica:
  - Las previsiones de la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030 señalan un crecimiento de la potencia instalada en energía solar fotovoltaica desde los 361 MW de 2008 a 2.500 MW en 2030, lo que supone un incremento de casi el 600%.
  - Hay escasez de macroinstalaciones en la Comunitat Valenciana para generar energía. Hace falta terreno (superficie y precio). Este aspecto es una debilidad, pues otras comunidades autónomas ofrecen terreno disponible y a bajo coste.
  - En relación al autoconsumo, los expertos informan que se han estado haciendo instalaciones, pero que no ha terminado de despegar por la tardanza en la publicación del reglamento que desarrolla el Real-Decreto Ley desde la publicación de este último, reglamento necesario para que las distribuidoras agilicen los trámites de concesión de solicitudes de enganche.
- En relación a la eólica:
  - La Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía prevé una potencia instalada en energía eólica (terrestre y marina) de 4.500 MW, un 83% superior a la de 2018.
  - Los desarrollos pueden venir por la reformulación de los planes eólicos y/o por la vía de la repotenciación en un futuro más o menos inmediato, según la antigüedad de las instalaciones. La repotenciación no está exenta de dificultades pues requiere una mayor capacidad de evacuación en las redes y pistas de un tamaño suficiente para transportar los nuevos aerogeneradores, con mayor potencia instalada y mucho más grandes.
  - Otra posibilidad al alcance de la Comunitat Valenciana es la instalación de capacidad en energía eólica marina.
- Con la potencia instalada y demanda eléctrica previstas por la EVCCE 2030 considerando los factores de carga de 2018, la Comunitat Valenciana alcanzaría una cuota del 63% de generación renovable y necesitaría adquirir electricidad a otras comunidades autónomas por valor de 16.162 GWh. Teniendo en cuenta que el objetivo marcado para el consumo de renovables es alcanzar el 100% del consumo eléctrico en 2050 a nivel estatal, puede afirmarse que la Comunitat Valenciana está en el camino de cumplir los objetivos. No obstante, habida cuenta del potencial de desarrollo de energías renovables existente en la Comunitat Valenciana, ésta debería tratar de explotarlo al máximo para dejar de ser compradora neta y convertirse en vendedora neta de electricidad limpia a otras comunidades autónomas.
- Una solución tecnológica con gran potencial en la Comunitat Valenciana es el gas renovable o biometano. El gas renovable constituye una solución complementaria a la electrificación y, además, un ejemplo claro de economía circular en el sentido que aprovecha los residuos para obtener biogás y, tras un proceso de *upgrading*, gas renovable o biometano. El gas renovable forma parte de los biocombustibles cuyo desarrollo se fomenta a través de la regulación en países como Alemania, Reino Unido o Suecia.
- Uno de los activos clave con los que cuenta la Comunitat Valenciana para el desarrollo de las energías renovables es la red de dis-

tribución, sometida a una creciente complejidad con la penetración de los recursos descentralizados. Un punto débil de la red con la mayor presencia de renovables es la ausencia de baterías, elemento fundamental para estabilizar la red y dar seguridad.

- Se han identificado un conjunto de medidas que podrían implementarse o reforzarse a nivel autonómico en distintos ámbitos que se recogen a continuación.

- Dentro del ámbito del **sector eléctrico** se recomiendan las ayudas o subvenciones a la inversión en las energías renovables que no sean competitivas con la tecnología actual, en zonas donde se encuentren los recursos o fuentes de generación, priorizando aquéllas donde vaya a realizarse efectivamente el consumo para reducir las pérdidas de transporte y las que puedan suponer una revitalización de parte de un territorio o de un sector en dificultades como el agrícola o ganadero; las ayudas o subvenciones a la inversión en capacidad instalada en energías renovables con fines de autoconsumo a partir de recursos autóctonos; las convocatorias de licitación de proyectos de fuentes de generación renovable que presenten propuestas innovadoras y justifiquen razonadamente su viabilidad técnica e interés social (economía circular, valorización energética de los residuos); el acortamiento y la racionalización del procedimiento de autorización de nuevos puntos de acceso a la red, facilitando la tramitación a todos los niveles (autonómico, local...) de instalaciones renovables a la vez que garantizando la factibilidad de la ejecución de los proyectos; el acortamiento de los plazos de respuesta de la administración ante las nuevas autorizaciones y/o modificaciones de impacto ambiental de instalaciones de aprovechamiento energético de residuos; la transparencia de información a través de la creación de un Centro de Datos (*data hub*); el fomento del papel activo del consumidor (gestión de demanda activa), a través de la digitalización de las redes más cercanas al consumo; la promoción de programas de formación a las comunidades energéticas locales para fomentar el autoconsumo compartido; y la subvención a las baterías, en tanto que no sean viables económicamente, para fomentar el autoconsumo y garantizar la seguridad de suministro.

- Dentro del **ámbito fiscal**, en el estudio de casos han emergido dos medidas: los impuestos sobre energía y sobre emisiones de CO_2. La primera está en línea con lo que se hace en la Comunitat Valenciana gravando las energías no renovables, pero no la segunda, más allá del aplicado a vehículos. De las medidas observadas en los *benchmarks*, los expertos consideran importantes las siguientes (algunas quedan dentro del ámbito de la Comunitat y otras lo exceden): impuesto sobre el consumo de combustibles fósiles para vehículos de motor; medidas fiscales de promoción de vehículos eléctricos; reducción del importe del impuesto de matriculación para los vehículos con etiqueta energética; tasa por congestión de tráfico en las ciudades; deducciones fiscales a las empresas que se comprometan a alcanzar objetivos de eficiencia energética; medidas fiscales de promoción de vehículos híbridos; deducciones fiscales por la inversión en la mejora de la eficiencia de los edificios, tasas de circulación de vehículos crecientes en el tiempo para fomentar la renovación del parque; exenciones fiscales por la utilización de biocombustibles; impuesto sobre hidrocarburos; impuesto sobre CO_2 para combustibles de uso estacionario; tasa aplicable a los vehículos pesados en base a la distancia recorrida en las carreteras nacionales; tasa sobre tráfico aéreo aplicable a todos los vuelos que partan de aeropuertos del país; e impuestos finalistas destinados a combatir los efectos del cambio climático. También se apuesta por las bonificaciones a la inversión en la bomba de calor (mejor eficiencia y menos emisiones), o el incentivo al cambio de tecnologías más contaminan-

tes a otras menos contaminantes, como por ejemplo, gasoil por gas natural.

- En relación con la **movilidad y el transporte**, se aprecia la escasa penetración del vehículo eléctrico tanto en España como en la Comunitat Valenciana con respecto a los casos de estudio, y también el menor número de vehículos en la Comunitat Valenciana en su comparación con España, que en el caso de la etiqueta CERO dobla el dato valenciano. Para avanzar en la penetración del vehículo eléctrico, los expertos proponen para la Comunitat Valenciana diversas ideas, algunas de las cuales se relacionan con ámbitos anteriores: elevar y mejorar las ayudas a la compra de coches y los puntos de carga (públicos y privados); obligar a que todos los municipios tengan, al menos, un punto de carga; renovar el parque de coches de la administración local y autonómica a eléctricos en un plazo breve; reducir la burocracia asociada a la petición y concesión de puntos de carga; coordinación con entidades locales para crear o mejorar la infraestructura de puntos de carga de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos, por ejemplo, estaciones de gas; reducción de las tasas por congestión; aparcamiento o de las restricciones a la circulación para vehículos eléctricos; cambio de modelo hacia el concepto de movilidad como servicio; y las carreteras eléctricas.

- Las medidas observadas en los casos de estudio en relación con los biocombustibles han sido las siguientes: grandes estaciones de servicio (como mínimo 1 bomba de biocombustible), creación de un mercado de biocombustibles, certificados de compensación de CO_2 obligatorios para los vendedores de combustibles fósiles para vehículos, y porcentaje mínimo de biocombustibles (mezcla) en el suministro de combustibles.

- Junto a las medidas anteriores, los expertos consultados ven como clave la inversión en infraestructuras para facilitar el cambio del transporte de mercancías de la carretera al tren; y la habilitación de zonas y mejora de las vías para circular en bicicleta, caminar o para que circule el transporte público. También destacan como importantes las ventajas y ayudas económicas a los propietarios de vehículos de bajas emisiones, costeadas por los propietarios del resto de vehículos; los préstamos a empresas y autónomos para la adquisición de vehículos de bajas emisiones; *car sharing* con facilidades de aparcamiento; y la prohibición de venta de automóviles y furgonetas diésel o gasolina nuevos a partir del año 2040.

- Respecto de la **eficiencia energética**:
  - La transición energética en el sector industrial está fuertemente condicionada por las necesidades de una gran cantidad de energía en los procesos de producción de algunos sectores intensivos en energía. Entre los que plantean más restricciones, destaca el sector de la cerámica que utiliza sistemas de cogeneración en el proceso de atomización. Algunas de las medidas que podrían implementarse en la Comunitat Valenciana para mejorar la eficiencia energética de las empresas que han sido aplicadas en alguno/s de los países analizados o bien propuestas por los expertos consultados son las siguientes: ayudas para incorporar energías renovables en los procesos de producción; convocatorias para otorgar ayudas a empresas que alcancen un determinado nivel de energía renovable durante un periodo determinado; líneas de apoyo a empresas para instalar sistemas que utilicen el calor residual en sus procesos de producción; ayudas para la realización de estudios, auditorías energéticas e informes que orienten y faciliten la sustitución de instalaciones o equipos para obtener mejoras en la eficiencia energética o reducción de emisiones; desarrollo de instalaciones de producción de gas renovable para la inyección de esta energía en el sistema gasista por parte de la Administración en las

instalaciones de titularidad pública con gestión pública o privada; obligación de digestión anaeróbica de los residuos biodegradables y aprovechamiento energético mediante la inyección de biometano en el sistema gasista; establecer incentivos económicos para evitar el traspaso de residuos de una comunidad autónoma a otra; incluir criterios de sostenibilidad en la contratación pública; y ayudas a empresas cuyos programas de mejora de eficiencia eléctrica resulten adjudicados en licitaciones.

- Las medidas extraídas de las experiencias de los países analizados junto con otras sugeridas por los expertos en relación con el sector residencial se relacionan a continuación: ayudas para la sustitución del petróleo o el carbón por biocombustibles, biomasa sólida, bombas de calor, gas renovable, biogás o hidrogeno; porcentaje mínimo de renovables en la sustitución de un sistema de calefacción; ayudas a la inversión en sistemas de calefacción renovable; subvenciones y préstamos con intereses bajos para sustituir el sistema de calefacción que utiliza combustibles fósiles por otro que utilice fuentes renovables y, en general, para mejorar la eficiencia energética en edificios; fomento de redes de calefacción; exigencia de dotar a los edificios de condiciones de climatización pasiva; campañas informativas sobre ahorro energético y campañas informativas y asesoramiento sobre posibilidades de sustitución de calderas; objetivos obligatorios de reducción de consumo energético; fomento de las cooperativas energéticas; y requisitos de eficiencia energética en propiedades en alquiler.

- Los expertos coinciden en la necesidad de apostar fuertemente por la **I+D+i** para avanzar en la transición energética. Un punto clave para estabilizar el sistema energético con la creciente penetración de las renovables son las baterías. Asociado al tema de las baterías está el de la electrónica de potencia, que permite trabajar con alterna y continua. Este área será un punto importante en el desarrollo futuro de la red y exigirá un gran esfuerzo en I+D+i. Otras áreas sugeridas por los expertos son: la energía eólica marina, la energía geotérmica, la hibridación de paneles solares con torres eólicas, la energía solar generada a partir de paneles solares flotantes en embalses, el *Power to Gas*, y la gasificación de la biomasa. Algunas medidas clave sugeridas por los expertos son la creación de centros de investigación sobre energía sostenible involucrando a científicos y usuarios; la concesión de ayudas a la inversión y préstamos; la cofinanciación de los proyectos de investigación entre el sector público y el sector privado; y la concesión de ayudas a proyectos de investigación sobre el hidrógeno y su potencial.

- De las entrevistas con los expertos hemos obtenido opiniones y reflexiones relativas a algunos retos que enfrenta la Comunitat Valenciana. Uno de ellos es la **formación del capital humano** tanto en módulos (formación profesional) como en grados (formación universitaria).

El informe termina con un capítulo que recoge unas reflexiones generales sobre las ideas que integran los contenidos vertidos en el trabajo. En particular, recomienda la necesidad de contar con un *mix* de energías amplio; apostar por la I+D+i; el apoyo al autoconsumo y a algunas tecnologías incipientes, como la bioenergía o la eólica marina; las campañas de información y concienciación; y subraya el papel ejemplarizante de la Administración. El informe señala la apuesta por el gas natural como medida transitoria ante el escenario de cierre de Cofrentes, y por el gas renovable y el *Power to Gas* como opciones de futuro para la Comunitat, junto a otras tecnologías ya consolidadas, como la fotovoltaica, o embrionarias, como la del hidrógeno. También invita a una reflexión sobre la Muela II, donde se han hecho fuertes inversiones y sin embargo el factor de carga ha evidenciado una situación de gran infrautilización. Y subraya la importante y necesaria implicación de la sociedad.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este trabajo es extraer lecciones a partir del estudio de experiencias internacionales de éxito en el proceso de transición energética para su aplicación en la Comunitat Valenciana.

Actualmente existe un consenso generalizado acerca de la necesidad de transformar el modelo energético actual hacia un modelo de desarrollo sostenible. El concepto de sostenibilidad descansa sobre tres pilares: el medioambiental, el económico y el social. Sin renunciar al crecimiento económico, la vertiente medioambiental del modelo energético exige cambios importantes tanto del lado de la generación como del lado del consumo para evitar consecuencias inasumibles para el entorno. La vertiente económica se relaciona con factores como la competitividad industrial, la eficiencia energética y unos niveles de precio capaces de lanzar las señales adecuadas al mercado. Por último, la vertiente social tiene que ver con el convencimiento de llevar a cabo una transición justa, identificando y protegiendo a los consumidores vulnerables y propiciando el acceso generalizado a la energía y la garantía de suministro.

Para avanzar en el proceso de transición energética se plantean objetivos a diferentes niveles (europeo, estatal y autonómico) que giran en torno a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar una economía neutra en carbono en el horizonte 2050, a la mejora de la eficiencia energética y a la promoción de las energías renovables.

Por su situación geográfica, la Comunitat Valenciana se considera un territorio muy vulnerable al cambio climático, tal como se indica en la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Clima 2030, sometido al aumento general de las temperaturas, desertificación del territorio por la disminución de las precipitaciones, aumento del nivel del mar, aumento de las temperaturas extremas o aparición de nuevas especies invasoras y enfermedades. Sin embargo, también cuenta con recursos importantísimos que son fuentes de generación renovables y se sitúa en la vanguardia del desarrollo y la innovación tecnológica de componentes electrónicos capaces de crear valor añadido, potenciar el empleo de calidad y exportar.

Por tanto, los desafíos o retos de la transición deben verse en la Comunitat Valenciana como oportunidades de crecimiento económico y bienestar social. Las medidas diseñadas para avanzar en el proceso de transición deben alinearse para explotar estas oportunidades a todos los niveles posibles como factor catalizador de la generación de empleo: aprovechando la abundancia de recursos naturales para generar energía (solar, eólica terrestre, eólica marina, geotérmica); promoviendo la economía circular mediante la utilización de los re-

siduos agrícolas o ganaderos, elementos orgánicos de vertederos y tratamiento de aguas residuales para generar otras fuentes de energía limpia como el biogás y/o producir fertilizantes; proporcionando a los sectores citrícola y ganadero, actualmente en declive, el acceso a nuevas oportunidades de negocio y frenando la despoblación; fomentando la investigación, desarrollo e innovación en las áreas tecnológicas en las que la Comunitat Valenciana es puntera así como en otras áreas que puedan identificarse como prioritarias por su potencial de desarrollo o la adaptación de los programas de estudio de las titulaciones de formación profesional para dar respuesta a las demandas del sector de servicios energéticos.

El presente trabajo realiza un estudio de casos basado en seis experiencias de éxito a nivel internacional (Suecia, Suiza, Noruega, Finlandia, Reino Unido y Alemania), con el objeto de servir de *benchmark* para el caso valenciano; y un importante ejercicio de actualización de los datos clave para el diagnóstico del eje energético. Este estudio ha permitido identificar un conjunto de temas de gran relevancia que pueden considerarse clave para la consecución de los objetivos planteados y sobre los que pueden versar algunas de las medidas diseñadas para su implantación en la Comunitat Valenciana, de acuerdo con su realidad social, económica y geográfica. Así, las medidas han sido clasificadas bajo los siguientes ítems de carácter general: i) sistema eléctrico; ii) fiscalidad medioambiental; iii) transporte y movilidad; iv) eficiencia energética; y v) investigación, desarrollo e innovación.

El sector eléctrico es probablemente el vector más importante de la transición si bien no es el único. En el capítulo 2 se realiza el diagnóstico de la Comunitat Valenciana en base a diferentes indicadores eléctricos, situándola en el contexto eléctrico nacional. Asimismo, se analizan los niveles y evolución de los precios de electricidad de los mercados mayorista y minorista comparándolos con los del resto de países europeos. Seguidamente, se presenta la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España en los últimos años, distinguiendo por comunidad autónoma. El último apartado se destina a exponer los objetivos de política energética planteados a nivel europeo, estatal y para la Comunitat Valenciana en el Horizonte 2030.

Como antesala al capítulo 4, en el capítulo 3 se describen las medidas de política energética desplegadas en los países objeto de estudio, mencionados anteriormente, destacando sintéticamente la prevalencia de las medidas adoptadas en los diferentes casos.

En el capítulo 4 se realiza una evaluación de las medidas recogidas en las estrategias de política energética de los países estudiados con el objetivo de extraer recomendaciones que puedan servir de orientación para el diseño de futuras medidas de política energética en la Comunitat Valenciana. Los criterios de evaluación se han sustanciado en el examen de la adecuación, la factibilidad y la aceptabilidad de las diferentes medidas al caso valenciano. A lo largo del ejercicio de investigación cualitativa, se ha contado con la colaboración de un grupo de expertos en el sector energético que han aportado su visión crítica sobre las medidas identificadas en los *benchmarks*. En ese capítulo se relacionan los expertos que han participado en este trabajo, a los que los autores desean expresar su gratitud por su ayuda desinteresada.

Finalmente, el capítulo 5 realiza una reflexión final en torno a las temáticas tratadas en el trabajo y las perspectivas futuras de la Comunitat Valenciana.

2. SITUACIÓN ACTUAL EN LA COMUNITAT VALENCIANA

Este capítulo tiene por objetivo situar a la Comunitat Valenciana en el contexto del Sistema Eléctrico Español presentando los últimos datos disponibles procedentes de la Red Eléctrica de España (REE), Ministerio para la Transición Ecológica, Instituto Nacional de Estadística (INE), Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball, Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, Eurostat y Conselleria d´Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica.

El capítulo comienza (epígrafe 2.1.) detallando la potencia instalada, producción, demanda, distribución geográfica y evolución temporal, con desglose provincial y sectorial para la Comunitat en algunas variables. Continúa describiendo las redes de transporte y distribución de la Comunitat, un activo clave del sector eléctrico.

El epígrafe 2.2. sitúa a la Comunitat Valenciana en el contexto energético nacional. Para ello, se lleva a cabo un análisis por comunidad autónoma y tecnología: generación nuclear, generación de ciclo combinado, generación eólica, generación hidráulica, cogeneración, generación por bombeo, generación a partir de residuos no renovables, generación solar fotovoltaica, generación solar térmica y otras fuentes de generación renovables.

Los precios de la energía eléctrica se tratan en el epígrafe 2.3. Se estudian los componentes del precio final de la energía en el mercado eléctrico y se realiza una comparativa internacional de precios en los mercados mayorista y minorista, distinguiendo en este último entre los precios para uso doméstico y los precios para uso no doméstico.

El epígrafe 2.4 analiza la evolución de las emisiones de CO_2 en España durante el periodo 1990-2017, distinguiendo por comunidad autónoma.

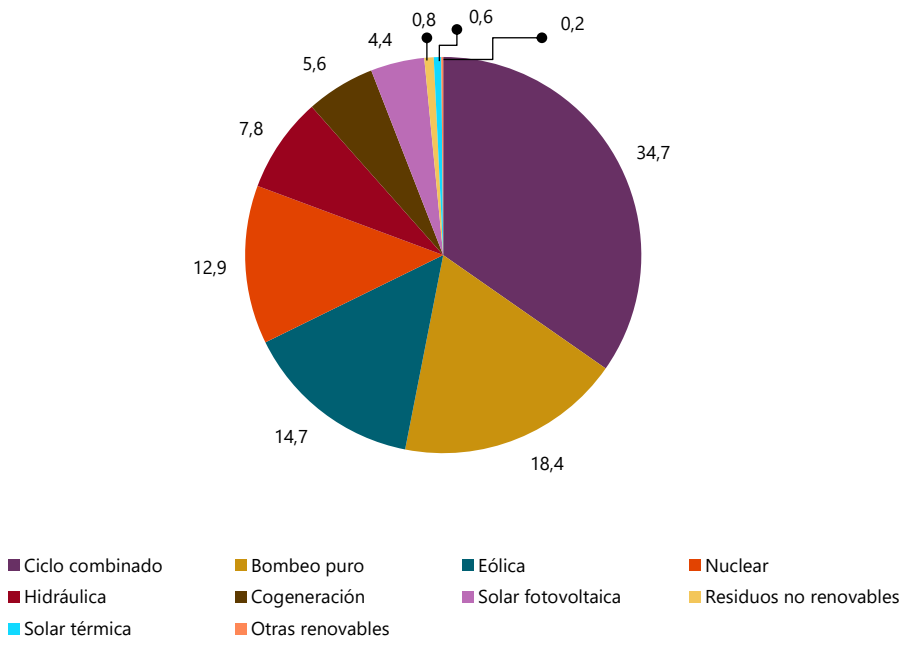
El capítulo acaba con un epígrafe (2.5) dedicado a los objetivos de política energética planteados a nivel europeo, estatal y para la Comunitat Valenciana en el Horizonte 2030.

2.1. Principales indicadores del Sistema Eléctrico

2.1.1. Generación

La **potencia neta total instalada** en la Comunitat Valenciana ascendió en 2018 a 8.224 MW, suponiendo un 8% de la potencia instalada en España. El **gráfico 2.1** muestra la estructura por tecnologías de generación en ese mismo año. Como puede observarse, el

Gráfico 2.1. Estructura de la potencia instalada neta total en la Comunitat Valenciana. 2018 (porcentaje)



Nota: Otras renovables incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica.

Fuente: REE (2019).

35% de la potencia instalada se corresponde con centrales de ciclo combinado. La segunda tecnología de generación es el bombeo (18%), seguido de la eólica (15%), nuclear (13%), hidráulica (8%), cogeneración (6%), solar fotovoltaica (4%), residuos no renovables (0,8%) y solar térmica (0,6%). Las fuentes de generación renovable constituyen el 28% de la potencia neta total.

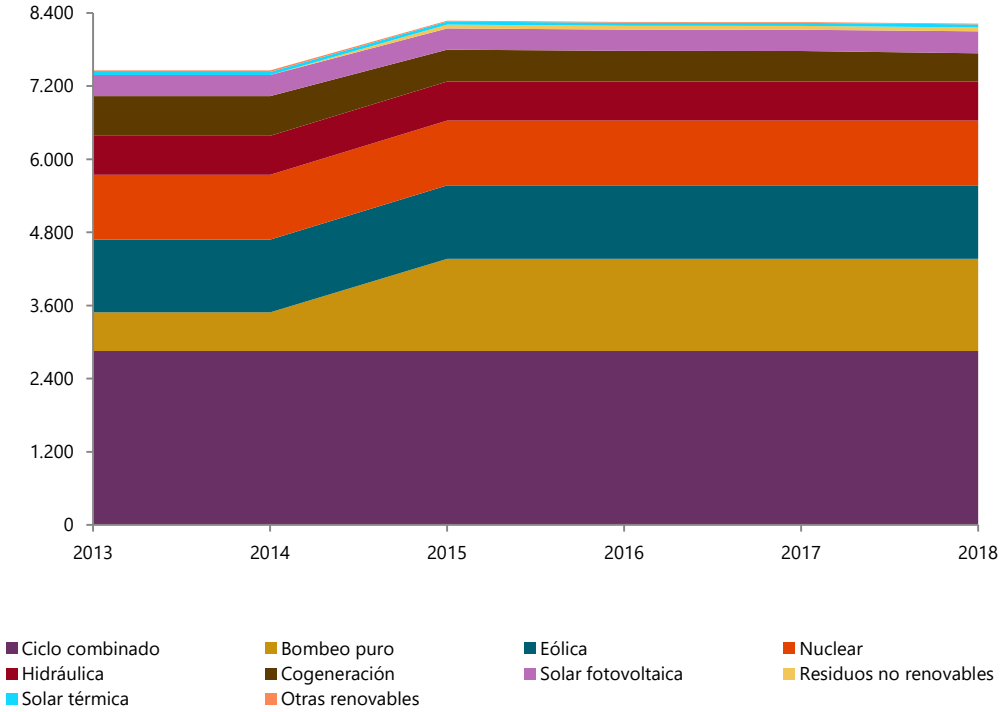
Respecto al total estatal, la Comunitat Valenciana dispone del 45,4% de la potencia instalada en bombeo puro, el 15% de la potencia instalada nuclear, el 13% de residuos no renovables, el 11% de ciclos combinados, el 8,1% de cogeneración, el 7,7% de solar fotovoltaica, el 5,1% de eólica, el 3,8% de hidráulica, el 2,2% de solar térmica y el 1,5% de otras renovables.

La potencia instalada en la Comunitat Valenciana ha experimentado un incremento neto de un 10% en los últimos años, en particular, desde 2013 hasta 2018.

Distinguiendo por tecnologías, se ha producido un aumento de la potencia instalada en las tecnologías de bombeo (138%), solar fotovoltaica (4%) y eólica (1%). Por otra parte, se aprecia una notable disminución en la potencia instalada en cogeneración (-51%) y en la agrupación de tecnologías mostradas bajo la rúbrica "Otras renovables" (-29%), que incluye biogás y biomasa, si bien parte de esta reducción podría venir dada por el hecho que la potencia instalada para generar electricidad a partir de residuos no renovables pasa a diferenciarse del resto, presentándose de forma individualizada[1] a partir de 2015 (**gráfico 2.2**).

[1] A partir de 2015, la potencia instalada en residuos no renovables en la Comunitat Valenciana asciende aproximadamente a 63 MW.

Gráfico 2.2. Evolución de la potencia instalada neta total en la Comunitat Valenciana. 2013-2018 (MW)



Nota: Otras renovables incluye biogas, biomasa, hidráulica marina y geotérmica.
Fuente: REE (2019).

El aumento de la potencia instalada en bombeo puro se explica por la puesta en marcha en 2015 de la central hidroeléctrica de bombeo puro de La Muela II (Valencia), con una potencia neta total de 878 MW.

Se observa un ligero aumento en la potencia neta total en energía solar fotovoltaica. De hecho, el incremento producido es de un 4% entre 2013 y 2018, pero un 3,5% del mismo se produce solo en 2018. Con la modificación de la regulación relativa al autoconsumo, que supone la eliminación de las trabas que han impedido el despegue de esta tecnología hasta el momento, cabe esperar un incremento considerable a corto/medio plazo.

La potencia neta total en energía eólica ha experimentado una variación positiva de tan solo un 1% con respecto a los niveles de 2017.

Es asimismo destacable la reducción progresiva de la potencia neta total en cogeneración a partir de 2015. La razón estriba en el cambio normativo relativo a la remuneración de la electricidad producida a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos introducido por el Real Decreto 413/2014, que provoca reorganizaciones en estas tecnologías (REE, 2016).

El **cuadro 2.1** muestra la distribución geográfica por provincias de la potencia instalada en el territorio de la Comunitat Valenciana, distinguiendo asimismo por tecnología de generación. Cabe resaltar que el 71% de la potencia neta total en el parque generador de la provincia de Alicante utiliza fuentes de energía renovable, principalmente solar fotovoltaica, que se sitúa en torno al 50% de la potencia neta total. La cogeneración a través de combustibles fósiles representa el 30%, mientras que la solar térmica supone el 18%.

El porcentaje de la potencia instalada en la provincia de Castellón que permite generar electricidad a partir de fuentes renovables cae drásticamente hasta el 26%, debido a la inver-

sión que se ha realizado en centrales de ciclo combinado (60% de la potencia neta total) y a la cogeneración que utiliza gas natural como combustible (aproximadamente un 12%). La principal fuente de generación renovable en Castellón es la eólica, suponiendo el 22% de la potencia neta total, seguida a mucha distancia de la solar fotovoltaica, cuya inversión ha sido ciertamente escasa hasta la fecha pues tan solo representa un 2% de la potencia neta total.

Finalmente, el porcentaje de renovables en el parque generador de la provincia de Valencia asciende al 25%, distribuyéndose como sigue: hidráulica (11%), eólica (11%) y solar fotovoltaica (3%). Completan la foto del *mix* de generación el bombeo puro (28%), ciclos combinados (23%), la energía nuclear (20%) y la cogeneración a través de combustibles fósiles (4%). Nuevamente, sorprende la escasa relevancia relativa de la energía solar fotovoltaica, si bien en términos absolutos la potencia instalada neta en Valencia es superior a la de Alicante y Castellón. Cabe resaltar asimismo la nula inversión en solar térmica en las provincias de Valencia y Castellón, todo ello pese a la situación privilegiada de la Comunitat Valenciana que le confiere unas condiciones climáticas muy favorables para la instalación y explotación de estas tecnologías de generación de electricidad.

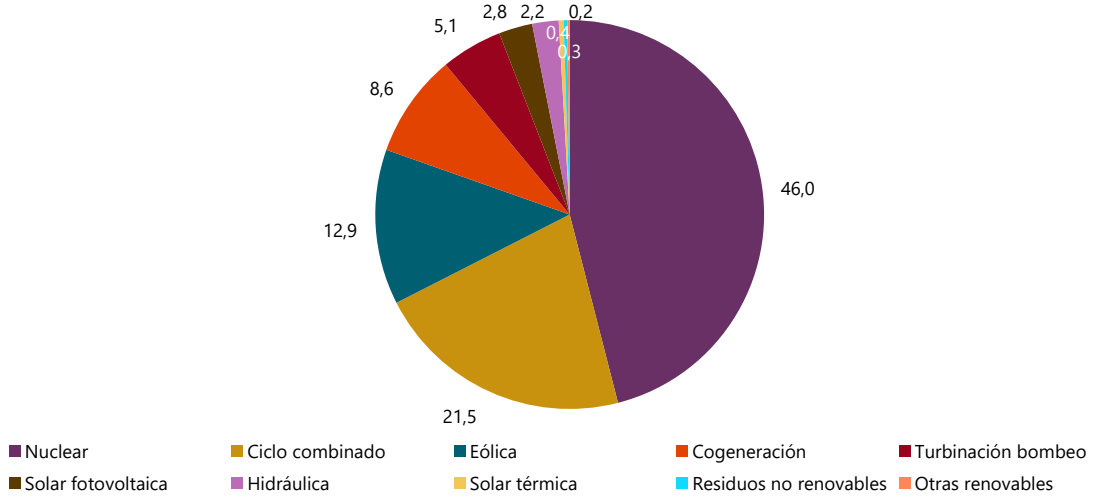
La **electricidad generada neta** en la Comunitat Valenciana ascendió a 19.123 GWh en 2018, un 12% superior al nivel alcanzado en 2017 y un 7,3% de la generación total de España. El 46% de la producción fue de origen nuclear (41% en 2017), seguida de un 22% de ciclos combinados (24% en 2017), un 13% de generación eólica (idéntico porcentaje en 2017), un 9% de cogeneración (*ídem* en 2017), un 5% de bombeo (6% en 2017), un 3% de solar fotovoltaica (*ídem* en 2017), un 2% de hidráulica (*ídem* en 2017), un 0,5% de solar térmica (1% en 2017), un 0,3% de residuos no renovables (*ídem* en 2017) y un 0,2% en otras fuentes de generación renovable (*ídem* en 2017). El **gráfico 2.3** ilustra estos datos.

Cuadro 2.1. Potencia instalada neta total en la Comunitat Valenciana a fecha 07/08/2019

	Alicante		Castellón		Valencia	
	MW	%	MW	%	MW	%
Bombeo puro	0	0,0	0	0,0	1.512	28,1
Hidráulica	3	0,9	49	1,8	571	10,6
Nuclear	0	0,0	0	0,0	1.064	19,8
Ciclo combinado	0	0,0	1.621	60,1	1.232	22,9
Eólica	0	0,0	591	21,9	602	11,2
Solar fotovoltaica	134	48,7	53	2,0	174	3,2
Solar térmica	50	18,1	0	0,0	0	0,0
Cogeneración (gas natural)	52	18,9	313	11,6	156	2,9
Cogeneración (petróleo o carbón)	29	10,6	5	0,2	28	0,5
Cogeneración (aguas residuales)	0	0,0	10	0,4	9	0,2
Biomasa	3	1,2	0	0,0	2	0,0
Biogás	4	1,6	1	0,0	5	0,1
Residuos no renovables	0	0,0	54	2,0	19	0,4
Total	**276**		**2.697**		**5.375**	

Fuente: REE (2019).

Gráfico 2.3. Estructura de la generación neta de electricidad en la Comunitat Valenciana. 2018 (porcentaje)



Fuente: REE (2019).

Respecto al total estatal, la generación eléctrica en la Comunitat Valenciana supuso un 48% de la generación por turbinación bombeo, un 16,5% de la generación nuclear, un 13,7% por ciclos combinados, un 6,8% de la generación solar fotovoltaica, un 5,7% de cogeneración, un 5% de la generación eólica, un 2,6% de la generación a partir de residuos no renovables, un 2% de la generación solar térmica, un 1,2% de la generación hidráulica y un 1,1% de la generación a partir de otras fuentes renovables.

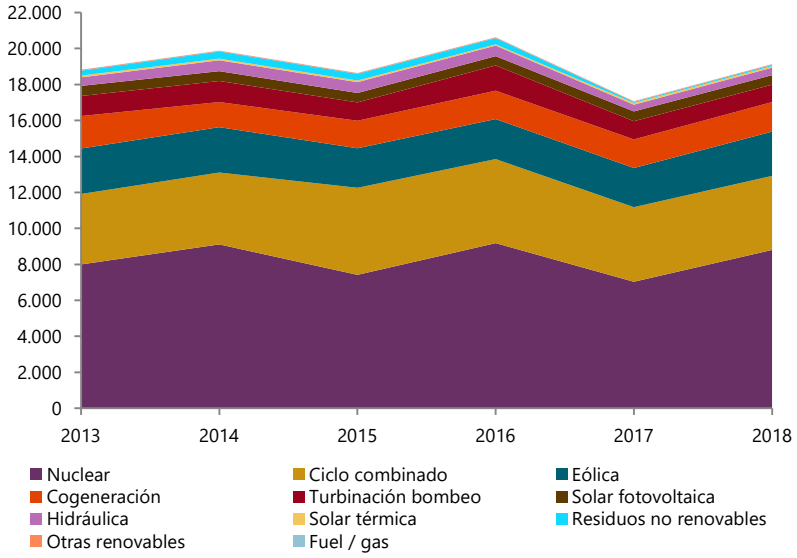
En cuanto a la evolución de la generación por tecnologías (**gráfico 2.4**), cabe destacar la variabilidad anual de la generación hidráulica, dependiente de la cantidad de precipitaciones y de los niveles de agua embalsada. Durante el año 2018, las lluvias propiciaron que la generación hidráulica experimentara un incremento del 12% anual respecto al año anterior, alcanzando los 418 GWh. Por su parte, la generación por bombeo descendió un 4% situándose en 966 GWh. Asimismo descendió la generación solar térmica (reducción de un 11%), la solar fotovoltaica (3%) y de ciclos combinados (1%).

La generación por ciclos combinados se incrementó desde 2013 dos años consecutivos, alcanzando su máximo en 2015 (4.842 GWh, llegando a suponer el 26% de la producción en ese año). A partir de ese momento, se produce una disminución progresiva en la generación a través de este tipo de centrales hasta situarse en 2018 en un nivel un 4% inferior al de 2017.

El resto de tecnologías de generación han experimentado un incremento de su producción con respecto a 2017. Así, se ha incrementado la generación nuclear en un 25%, la generación a través de otras fuentes renovables (biomasa y biogás) en un 17%, la producción a partir de residuos no renovables lo ha hecho en idéntico porcentaje, y la generación eólica, en un 13%.

Durante el año 2018 la generación de electricidad recuperó buena parte de la caída registrada en 2017. La generación en 2017 resultó ser un 17% inferior a la del año anterior, pese a que la demanda en ese año se incrementó ligeramente, lo que se tradujo en una mayor necesidad de adquisición de electricidad procedente de otras comunidades autónomas por parte de la Comunitat Valenciana. En 2018 la demanda no cubierta por electricidad producida en el interior de la Comunitat se redujo en un 16,5%.

Gráfico 2.4. Evolución de la generación neta en la Comunitat Valenciana. 2013-2018 (GWh)



Fuente: REE (2019).

Pese a la capacidad instalada en energía hidráulica y a tener unas condiciones climáticas muy favorables para la instalación y explotación de fuentes de energía renovable como la solar fotovoltaica, en 2018 tan solo el 18,5% de la generación eléctrica en la Comunitat Valenciana fue de origen renovable.

Cuadro 2.2. Porcentaje de electricidad generada a partir de fuentes renovables. 2013-2018 (porcentaje)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
% renovables	20	19	19	17	19	18
% no renovables	80	81	81	83	81	82

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de REE (2019).

El **cuadro 2.2** muestra la evolución del porcentaje de electricidad producida a partir de fuentes renovables desde el año 2013 hasta el año 2018. Como puede observarse, no se aprecian diferencias significativas a lo largo de los últimos años y el porcentaje de generación mediante fuentes renovables es ciertamente inferior al que cabría esperar atendiendo al nivel de desarrollo actual de estas tecnologías y a la situación privilegiada de la Comunitat Valenciana que le confiere unas condiciones climáticas óptimas para la utilización de las mismas.

No todas las tecnologías de generación permiten producir la misma cantidad de electricidad a partir de niveles de potencia instalada similares. Por ejemplo, la energía solar depende del número de horas de sol, mientras que la energía eólica depende de la velocidad y dirección del viento. Por otra parte, los propietarios de las centrales de generación flexibles como las de ciclo combinado o las hidroeléctricas pueden ponerlas en funcionamiento o detener la producción según si resultan o no casados en la subasta del mercado mayorista (para toda aquella electricidad que no tengan comprometida a través de contratos bilaterales) atendiendo a la diferencia entre el precio ofertado de venta y el precio marginal. En consecuencia, el cálculo de la electricidad generada durante un determinado periodo a partir del dato de la potencia instalada no es automático y será diferente dependiendo de la tecnología de generación. El factor de carga (FC) mide la relación entre la generación real o efectiva durante un periodo de tiempo y la cantidad de electricidad que se habría podido generar poniendo a funcionar la central durante todas las horas de dicho periodo de forma ininterrumpida a potencia normal. El número de horas equivalentes informa sobre el número de horas que harían falta para producir la cantidad de

electricidad efectivamente generada, funcionando a su potencial normal.

El **cuadro 2.3** presenta el factor de carga y el número de horas equivalentes en la Comunitat Valenciana entre los años 2013 y 2018. Como puede observarse, existen diferencias muy significativas entre las diversas tecnologías de generación. Únicamente la energía nuclear suele arrojar un factor de carga superior al 90%. En el año 2018, el factor de carga de las centrales nucleares en la Comunitat Valenciana ascendió a un 94,4%, mientras que la media desde 2013 se sitúa en un 88,6%.

El factor de carga cae drásticamente para el resto de tecnologías de generación en la Comunitat Valenciana durante el periodo considerado (2013-2018), como puede observarse en el cuadro 2.3. En el año 2018, el factor de carga de las centrales de cogeneración se sitúa en un 40%, seguida por la energía generada a partir de biomasa y biogás con un factor de carga de un 34%. Los factores de carga obtenidos para la energía eólica y la energía solar térmica son respectivamente de un 23% y un 20%. Les siguen las centrales de ciclo combinado (16%), de residuos no renovables (11%) y, finalmente, la energía hidráulica (7%) y de turbinación por bombeo (7%).

Cuadro 2.3. Factor de carga (FC) y número de horas equivalente (HE) por tecnología de generación en la Comunitat Valenciana. 2013-2018

	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	FC (%)	HE	FC (%)	HE	FC (%)	HE	FC (%)	HE	FC (%)	HE	FC (%)	HE
Hidráulica	8,5	743	10,8	946	10,8	946	10,5	921	6,7	585	7,5	653
Turbinación bombeo	20,1	1.761	21,1	1.846	7,7	673	10,6	928	7,6	669	7,3	639
Nuclear	85,8	7.515	97,7	8.561	79,6	6.970	98,5	8.627	75,5	6.610	94,4	8.271
Ciclo combinado	15,7	1.373	16,0	1.401	19,4	1.697	18,7	1.638	16,6	1.454	16,5	1.443
Eólica	24,2	2.120	24,1	2.113	20,8	1.822	21,1	1.846	20,6	1.805	23,3	2.043
Solar fotovoltaica	18,5	1.617	17,9	1.572	17,1	1.501	16,8	1.475	17,8	1.560	16,7	1.464
Solar térmica	2,2	197	21,5	1.881	20,6	1.803	16,0	1.406	22,6	1.981	20,1	1.758
Otras renovables	18,9	1.651	17,1	1.494	33,0	2.894	35,8	3.139	28,7	2.516	33,5	2.939
Cogeneración	31,6	2.771	24,5	2.149	33,4	2.930	35,8	3.138	36,3	3.176	40,5	3.547
Residuos no renovables	0,0	0	0,0	0	66,1	5.791	62,4	5.465	9,7	852	11,3	993

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de REE (2019).

2.1.2 Demanda

La demanda de electricidad en barras de central alcanzó los 27.228 GWh en la Comunitat Valenciana en 2018, lo que supone un 10% de la demanda eléctrica en España. Como puede observarse en el **gráfico 2.5**, la demanda eléctrica se ha mantenido bastante estable en los últimos años, creciendo ligeramente (un 1%) en 2018 con respecto a su nivel de 2017. Su evolución se halla fuertemente ligada a la evolución del PIB, siendo el coeficiente de correla-

tiene un carácter coyuntural, sino que persiste a lo largo de los últimos años. Aproximada-

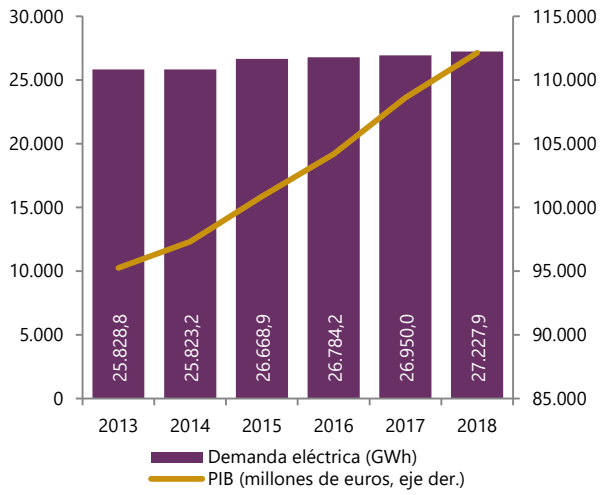
ción lineal entre ambos del 94,5% durante el periodo 2013-2018.

Como se ha indicado en el apartado anterior, la generación de electricidad en la Comunitat Valenciana ascendió a 19.123 GWh en el año 2018, de los cuales 1.273 GWh se utilizaron para bombear agua. Por tanto, la producción de electricidad en el interior de la Comunitat Valenciana no fue suficiente para satisfacer la demanda. Esta situación de déficit del sistema eléctrico de la Comunitat Valenciana no

mente el 34% de la demanda eléctrica en la Comunitat Valenciana se cubrió con genera-

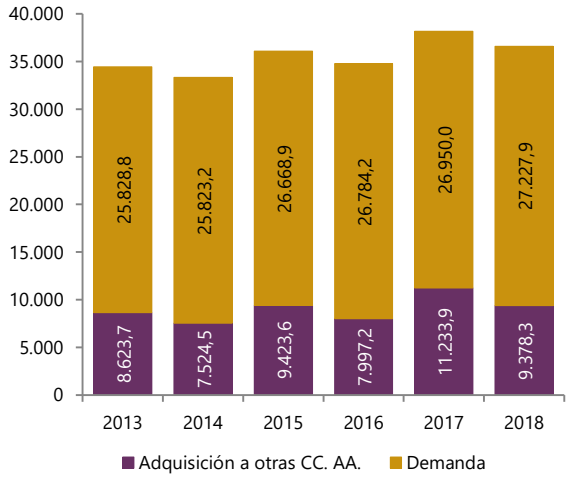
ción procedente de otras comunidades autónomas en 2018. El **gráfico 2.6** muestra la evolución de la cantidad de energía adquirida a otras comunidades autónomas con respecto a su demanda en el periodo 2013-2018.

Gráfico 2.5. Evolución del PIB y de la demanda eléctrica de central en la Comunitat Valenciana. 2013-2018 (GWh, millones de euros)



Fuente: REE (2019).

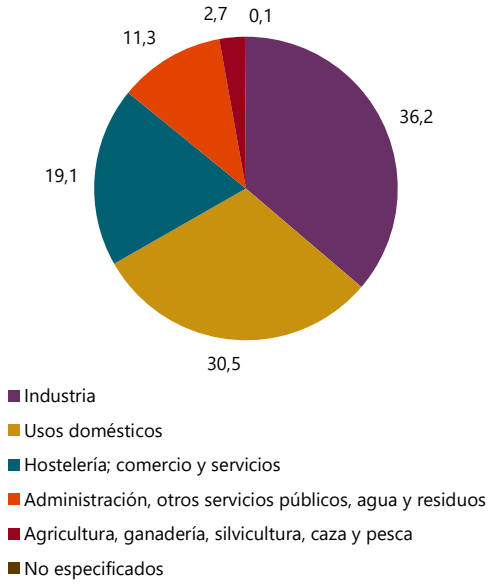
Gráfico 2.6. Evolución de la electricidad adquirida por la Comunitat Valenciana a otras comunidades autónomas con respecto a su demanda. 2013-2018 (GWh)



Fuente: REE (2019).

El **gráfico 2.7** muestra el peso de los sectores en el consumo de energía eléctrica de la Comunitat Valenciana en 2018. La mayor parte del consumo de electricidad se destina a la industria (36% respecto al total), seguida de usos domésticos (31%), hostelería, comercio y servicios (19%), administración, otros servicios públicos, agua y residuos (11%) y agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca (3%). Estos porcentajes se han mantenido prácticamente constantes a lo largo de los últimos diez años, como evidencia el **cuadro 2.4**.

Gráfico 2.7. Peso del consumo de energía eléctrica por sectores en la Comunitat Valenciana. 2018 (porcentaje)



Fuente: Elaboración propia a partir de la estimación realizada por el Portal Estadístic de la Generalitat Valenciana (2019) en colaboración con el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE).

Cuadro 2.4. Evolución del peso de los sectores en el consumo de energía eléctrica de la Comunitat Valenciana. 2009-2018 (porcentaje)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca	2,3	2,3	2,5	2,7	2,7	3,0	2,6	2,9	2,8	2,7
Industria	33,3	34,5	34,4	34,3	35,8	35,8	36,4	37,9	36,5	36,2
Administración, otros servicios públicos, agua, residuos	11,4	11,3	11,5	11,4	10,9	10,9	11,1	11,2	11,4	11,3
Hostelería; comercio y servicios	19,8	19,9	19,7	19,6	19,5	19,5	19,1	18,8	19,2	19,1
Usos domésticos	32,8	31,8	31,5	31,7	31,0	30,7	30,6	29,1	30,1	30,5
No especificados	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Fuente: Elaboración propia a partir de la estimación realizada por el Portal Estadístic de la Generalitat Valenciana (2019) en colaboración con el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE).

El **gráfico 2.8** muestra el histórico del consumo de energía eléctrica durante el periodo 2009-2018, diferenciando asimismo por actividades del sector industrial. El consumo para usos domésticos es el más elevado y presenta una marcada estacionalidad en los meses de invierno y de verano. Es interesante observar cómo los picos de invierno en los primeros años del periodo mostrado son notablemente superiores a los picos de consumo de verano. Sin embargo, el consumo eléctrico en los meses de verano va adquiriendo una mayor relevancia a lo largo del tiempo. De este modo, sobre todo a partir de 2015, las diferencias entre los máximos de consumo de invierno y verano se reducen considerablemente. Se detecta una tendencia de veranos progresivamente más cálidos, lo que ha disparado el consumo eléctrico en esta estación debido al uso cada vez más generalizado del aire acondicionado por parte de los consumidores domésticos.

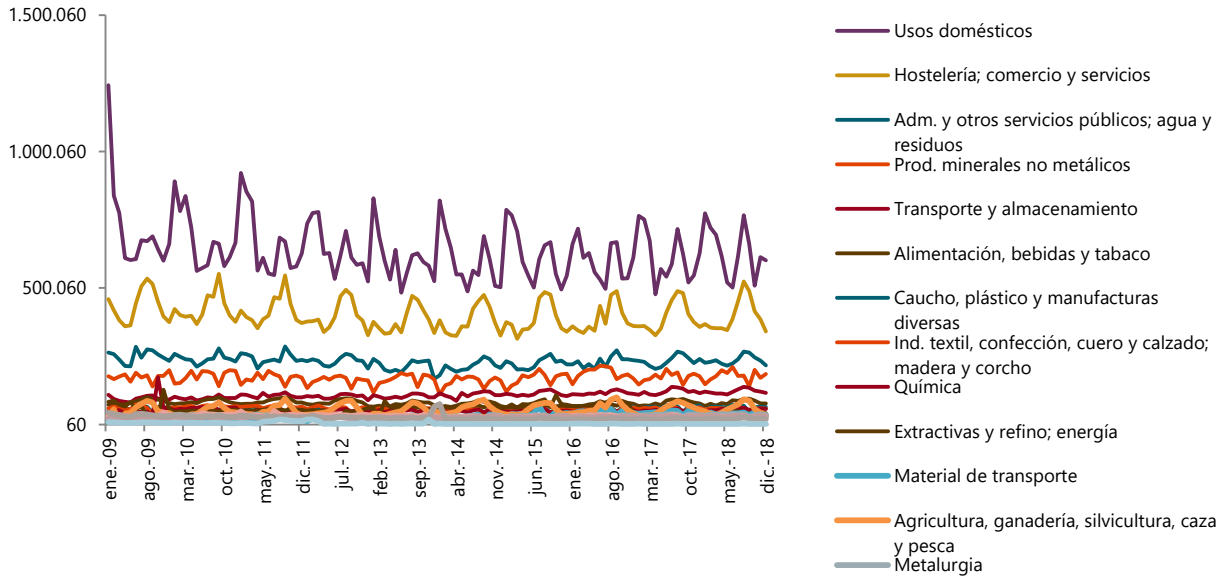
El consumo de electricidad destinado a las actividades de la hostelería, comercio y servicios evidencia asimismo una clara estacionalidad mensual, si bien el periodo de mayor consumo en este caso se corresponde con el mes de septiembre. La actividad del sector industrial con mayor consumo eléctrico es la que se engloba en productos minerales no metálicos (donde se ubica el sector cerámico), cuyo consumo es más o menos constante a lo largo del año y supone alrededor de un 25% del consumo eléctrico de la industria y del 9% del consumo total.

De acuerdo con la normativa estatal, los consumidores pueden adquirir electricidad a través de una empresa comercializadora, acogiéndose a alguna de las modalidades de contratación que se exponen a continuación, o negociando directamente en el mercado mayorista. Estos últimos reciben la denominación de consumidores directos.

Los titulares de puntos de suministro de electricidad efectuados a tensiones inferiores a 1 kV y con potencia contratada menor o igual a 10 kV pueden contratar su suministro eléctrico a través de tres modalidades: i) Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC), de acuerdo con la cual el precio incluye, entre otros, el precio medio de las subastas del mercado mayorista de electricidad; ii) Precio fijo durante 12 meses que están obligadas a ofertar las comercializadoras de referencia como alternativa al PVPC o iii) Precio pactado con cualquier comercializador diferente al comercializador de referencia mediante suministro en el mercado libre. Los titulares de los puntos de suministro de electricidad efectuados en baja tensión con potencias contratadas superiores a 10 kW y todos los consumidores con suministros en alta tensión solo pueden contratar el suministro en la modalidad de mercado libre. Asimismo, los consumidores considerados económica o socialmente vulnerables pueden acogerse al denominado bono social, por medio del cual se aplica un descuento en la factura. El consumo de electricidad por tipo de contratación en los años 2016 y 2017 se presenta en el **cuadro 2.5**. De la información

mostrada en el cuadro 2.5 se deduce un incremento de alrededor de un 2% en el número de clientes y suministro eléctrico bajo la modalidad de contratación del mercado libre, así como una disminución de un 7% del número de clientes acogidos al PVPC y su consumo. Cabe destacar el espectacular incremento en la potencia contratada bajo el mercado libre que no se ve acompañado por un incremento similar en número de clientes y/o suministro eléctrico. Por último, se observa una ligera disminución (de un 1%) en el número de clientes beneficiarios del bono social.

Gráfico 2.8. Estimación del consumo de electricidad en la Comunitat Valenciana por actividad. 2009-2018 (MWh)



Fuente: Portal Estadístic de la Generalitat Valenciana (2019) junto con el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE).

Cuadro 2.5. Evolución del consumo en la Comunitat Valenciana por tipo de contratación. 2016-2017 (MWh)

	2016			2017		
Tarifa	**N.º Clientes al final del año**	**Potencia contratada a final de año (kW)**	**Suministros anuales (MWh)**	**N.º Clientes al final del año**	**Potencia contratada a final de año (kW)**	**Suministros anuales (MWh)**
Bono Social	289.842	708.479,7	555.076,2	285.841	722.518,6	550.001,5
PVPC Con/Sin D.H.A hasta 10 kW	958.727	4.009.296,3	2.166.849,5	891.321	3.710.489,0	2.043.794,5
PVPC (con recargo) Con/Sin D.H.A superior a 10 kW	542	13.570,6	11.498,9	538	13.102,4	11.683,0
MERCADO LIBRE hasta 10 kW	2.084.387	9.402.158,6	5.123.451,9	2.172.018	39.039.373,4	5.366.169,2
MERCADO LIBRE superior a 10 kW	152.049	3.399.366,3	3.636.666,9	160.973	17.792.331,1	3.767.565,7
MERCADO LIBRE 3.1A de 1 kV a 36 kV	15.928	1.656.365,2	2.640.906,8	16.163	1.797.409,8	2.614.729,2
MERCADO LIBRE 6.1A de 1 kV a 30 kV	2.477	3.605.763,3	6.951.428,3	2.631	2.562.659,3	7.218.858,8
MERCADO LIBRE 6.1B de 30 kV a 36 kV	5	4.090,0	20.355,3	1	900,0	2.804,0
MERCADO LIBRE 6.2 de 36 kV a 72,5 kV	36	178.201,3	874.708,3	35	163.760,3	631.396,2
MERCADO LIBRE 6.3 de 72,5 kV a 145 kV	21	177.086,0	818.721,3	22	203.821,0	787.002,3
MERCADO LIBRE 6.4-6.5 mayor o igual a 145 kV	32	139.733,0	265.581,7	33	148.733,0	300.779,7
TOTAL	**3.504.046**	**23.294.110,3**	**23.065.245,0**	**3.529.576**	**66.155.098,0**	**23.294.784,0**

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (2019c).

A nivel estatal se constata a lo largo de los últimos años la tendencia creciente de la contratación de la electricidad a través de un comercializador en el mercado libre frente a la contratación a través de un comercializador de referencia, pasando esta última de suponer un 52% del total en 2014 a un 62% en 2018.

El **cuadro 2.6** muestra la evolución de la demanda máxima en la Comunitat Valenciana durante el periodo 2014-2018. Como puede observarse, la demanda máxima registrada en 2018 en las provincias de Alicante, Castellón y Valencia ascendió respectivamente a 1.671 MW, 776 MW y 2.232 MW. Todos los valores de demanda máxima durante el periodo considerado están alejados de las puntas históricas de demanda máxima, las cuales tuvieron lugar entre 2006 y 2008.

2.1.3. Magnitudes características de las redes de transporte y distribución

Como se observa en el **cuadro 2.7**, la longitud de la red de transporte en la Comunitat Valenciana al finalizar el año 2018 fue de 2.435 kilómetros (un 7% más que en 2015 por la puesta en servicio de 153 kilómetros adicionales, repartidos entre 83 km de 400 Kv y 70 nuevos km de 220 Kv), 8.400 posiciones de subestación (37 más que en 2015) y 8.200 MVA de capacidad instalada de transformación (600 MVA más que en 2015).

Respecto al total nacional, la red de transporte de la Comunitat Valenciana en 2018, en kilómetros de red, supuso el 5,5%; el 8,2% del total de posiciones de subestación y el 9,2% de la capacidad instalada total de transformación.

2.2. Contextualización de la situación de la Comunitat Valenciana en España

Como se ha mencionado anteriormente, la potencia instalada en la Comunitat Valenciana ascendió a 8.224 MW en 2018, representando un 8% de la potencia instalada neta en España.

Cuadro 2.6. Demanda máxima en la Comunitat Valenciana. 2014-2018 (MW)

	Máx. hasta 2017	2014	2015	2016	2017	2018
Alicante	2.053	1.497	1.703	1.588	1.641	1.671
Castellón	866	693	741	719	739	776
Valencia	2.903	2.095	2.276	2.240	2.299	2.232
Total	**5.680**	**4.245**	**4.685**	**4.521**	**4.592**	**4.548**

Fuente: I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, SAU (datos bajo petición).

Cuadro 2.7. Evolución de la red de transporte en la Comunitat Valenciana. 2013-2018

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
km circuitos 400 kV	1.010	1.010	1.018	1.101	1.101	1.101
km circuitos 220 kV	1.223	1.264	1.264	1.292	1.308	1.334
km circuitos <220 kV	0	0	0	0	0	0
km circuitos	**2.233**	**2.274**	**2.282**	**2.393**	**2.408**	**2.435**
Posiciones 400 kV	143	143	153	167	171	171
Posiciones 220 kV	271	291	291	297	310	310
Posiciones <220 kV	0	0	0	0	0	0
Posiciones	414	434	444	464	481	481
Transformadores (MVA)	**7.600**	**7.600**	**7.600**	**8.200**	**8.200**	**8.200**

Fuente: REE (2019).

Por otra parte, se generó el 7,3% de la energía eléctrica nacional, un total de 19.123 GWh, de los cuales 1.273 se utilizaron para bombear agua en las centrales de bombeo. La demanda de electricidad ascendió a 27.228 GWh (alrededor de un 10% de la demanda total en España) por lo que la Comunitat Valenciana fue deficitaria en energía eléctrica y necesitó utilizar electricidad generada en otras comunidades autónomas para satisfacer su demanda.

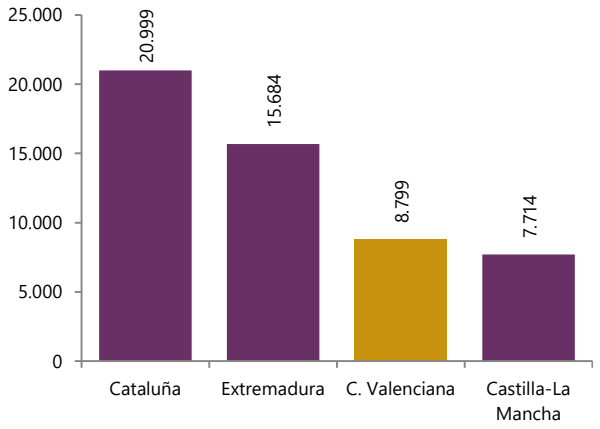
La contribución de la Comunitat Valenciana a la potencia instalada total en fuentes de generación renovable en 2018 fue del 4,7%, tras Castilla y León (21,7%), Galicia (14,9%), Andalucía (12,4%), Castilla-La Mancha (12,1%), Extremadura (7,7%), Cataluña (7,3%) y Aragón (7,3%).

A continuación, se presenta información sobre potencia instalada neta y generación, distinguiendo por tecnologías y comunidad autónoma, con el objeto de situar a la Comunitat Valenciana en el contexto energético nacional.

Generación Nuclear

La potencia neta instalada nuclear en España ascendió a 7.117 MW en 2018, distribuida por comunidades autónomas como sigue: 3.033 MW en Cataluña (43%), 2.017 MW en Extremadura (28%), 1.064 MW en la Comunitat Valenciana (15%) y 1.003 MW en Castilla-La Mancha (14%). La Comunitat Valenciana también fue la tercera comunidad autónoma en generación nuclear, con 8.799 GWh generados en 2018 (**gráfico 2.9**).

Gráfico 2.9. Generación nuclear en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)

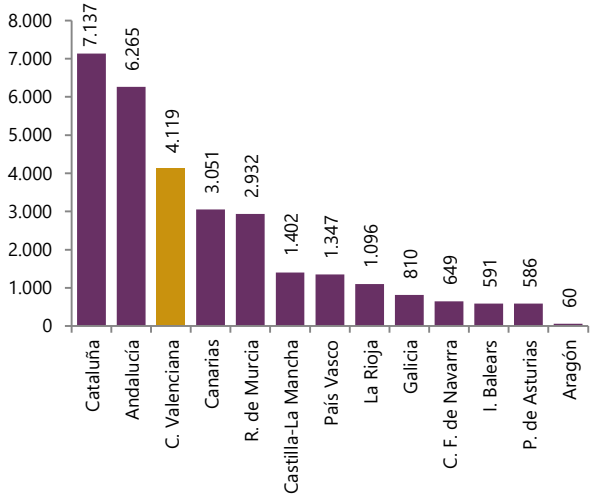


Fuente: REE (2019).

Generación de ciclo combinado

La potencia neta instalada en centrales de ciclo combinado para generar electricidad en 2018 ascendió a 2.853 MW en la Comunitat Valenciana, alrededor de un 11% de la potencia neta instalada total en España. En comparación con el resto de las comunidades autónomas, la generación de electricidad a través de este tipo de centrales en la Comunitat Valenciana se elevó a 4.119 GWh, suponiendo el 14% del total nacional, tras Cataluña con el 24% y Andalucía con el 21% (**gráfico 2.10**).

Gráfico 2.10. Generación de ciclo combinado en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)

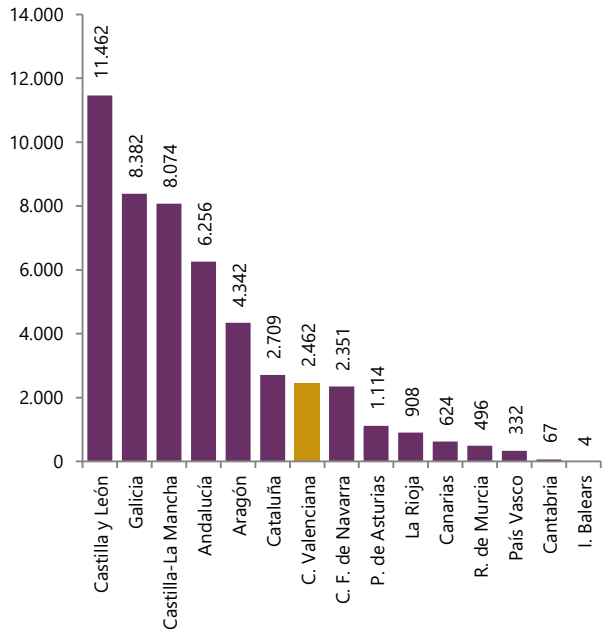


Fuente: REE (2019).

Generación eólica

La tercera fuente de generación eléctrica en la Comunitat Valenciana en 2018 fue la energía eólica, representando el 13% de la generación total en el territorio valenciano y el 5% de la generación total nacional. La potencia neta instalada ascendió a 1.205 MW, lo que supone alrededor del 5% de la potencia neta instalada en España. Como se observa en el **gráfico 2.11**, la aportación de la Comunitat Valenciana en términos de generación eólica (con 2.462 GWh generados en el año 2018), fue similar a la de Cataluña (2.709 GWh) o Comunidad Foral de Navarra (2.351 GWh), a una distancia considerable de otras comunidades autónomas como Castilla y León (11.462 GWh), Galicia (8.382 GWh) o Castilla-La Mancha (8.074 GWh).

Gráfico 2.11. Generación eólica en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)

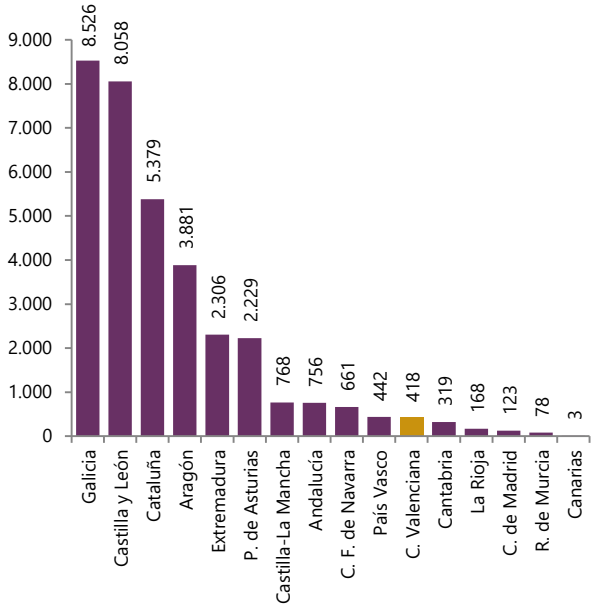


Fuente: REE (2019).

Generación hidráulica

La potencia instalada neta en energía hidráulica en la Comunitat Valenciana ascendió a 640 MW en 2018, suponiendo alrededor del 4% de la potencia instalada neta a nivel estatal. La generación hidráulica anual es variable en función del nivel de precipitaciones del año en cuestión. En particular, en 2018 se generaron 418 GWh en la Comunitat Valenciana, tan solo un 1% del total generado en España. Galicia (8.526 GWh), Castilla y León (8.058 GWh), Cataluña (5.379 GWh) y Aragón (3.881 GWh) generaron conjuntamente más del 75% del total nacional (**gráfico 2.12**).

Gráfico 2.12. Generación hidráulica en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)

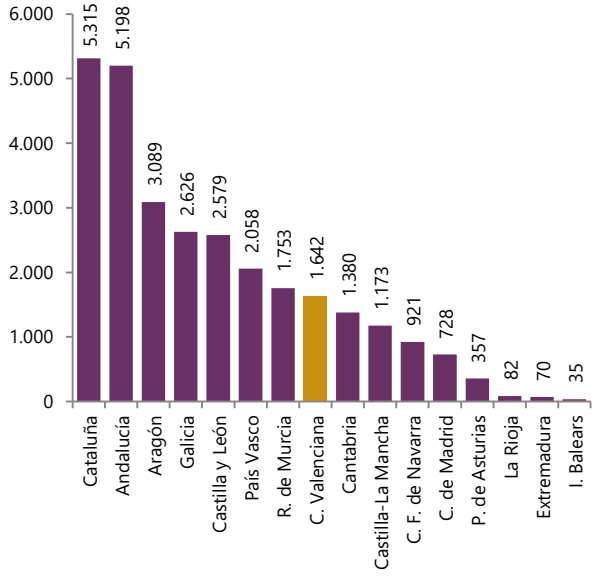


Fuente: REE (2019).

Cogeneración

Con una potencia instalada de 463 MW, similar a la de comunidades autónomas como Galicia o el País Vasco, la energía eléctrica generada a través de la cogeneración en la Comunitat Valenciana ascendió a 1.642 GWh, suponiendo un 6% de la generación total en España en 2018. Las comunidades autónomas a la cabeza en este tipo de generación fueron Cataluña (5.315 GWh) y Andalucía (5.198 GWh), representando cada una de ellas en torno a un 18% de la generación total a nivel estatal (**gráfico 2.13**).

Gráfico 2.13. Cogeneración en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)



Fuente: REE (2019).

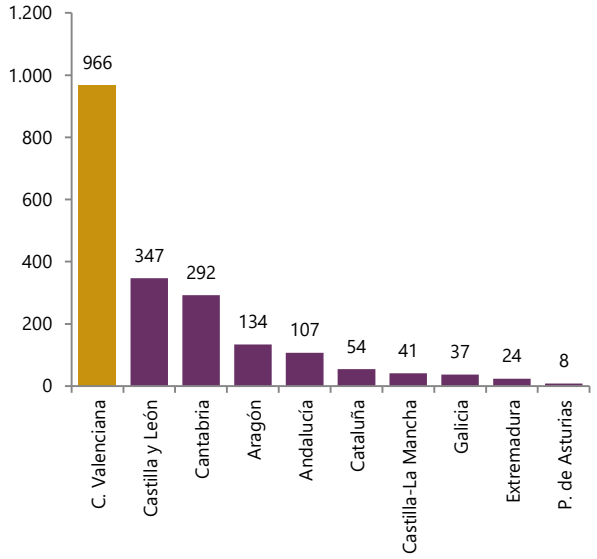
Generación por bombeo

La potencia instalada en la generación por bombeo ascendió a 1.512 MW en 2018, lo que representa el 45% de la potencia neta instalada total en España desde la ampliación de la potencia instalada en el año 2015 que conllevó la duplicación del peso de la Comunitat Valenciana en el total nacional. La generación a lo largo de 2018 se elevó a 966 GWh (48% del total nacional). Las comunidades autónomas que disponen de generación de bombeo se muestran en el **gráfico 2.14**.

Generación a partir de residuos no renovables

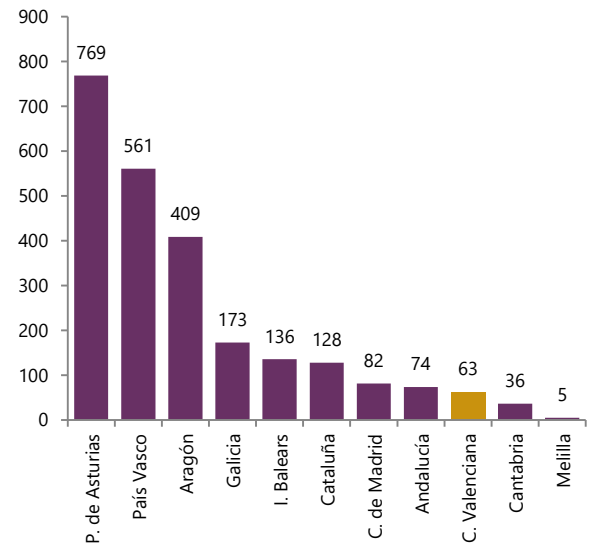
La producción de electricidad a partir de residuos no renovables supuso aproximadamente el 3% de la generación eléctrica de la Comunitat Valenciana en el año 2018. Con una potencia instalada neta de 63 MW (un 13% de la potencia instalada neta total en España), la generación en la Comunitat Valenciana ascendió a 63 GWh. Las comunidades autónomas con más peso en este tipo de generación fueron Principado de Asturias (32%), País Vasco (23%) y Aragón (17%). Las diferencias de electricidad producida por comunidades autónomas pueden observarse en el **gráfico 2.15**.

Gráfico 2.14. Generación por bombeo en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)



Fuente: REE (2019).

Gráfico 2.15. Generación a partir de residuos no renovables en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)



Fuente: REE (2019).

Generación solar fotovoltaica

La potencia instalada en energía solar fotovoltaica en la Comunitat Valenciana ascendió a 361 MW en 2018 (8% del total nacional), lo que la situó en el sexto lugar por capacidad de generación a través de esta fuente renovable, tras Castilla-La Mancha (20%), Andalucía (19%), Extremadura (12%), Castilla y León (10%) y la Región de Murcia (9%). En correspondencia con estos niveles de capacidad instalada, el **gráfico 2.16** muestra la generación solar fotovoltaica en el año 2018 por comunidad autónoma.

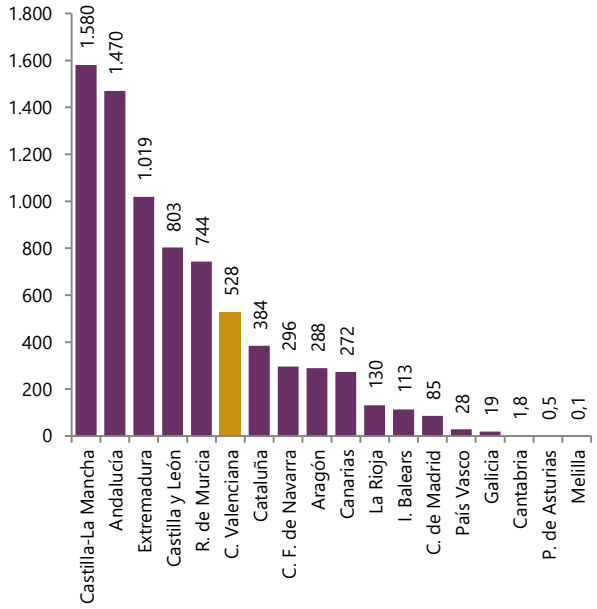
Generación solar térmica

La generación solar térmica supone únicamente el 0,4% de la generación eléctrica total de la Comunitat Valenciana. Cuenta con una potencia instalada de 50 MW (2% de la potencia instalada neta total en España). Como puede observarse en el **gráfico 2.17**, la generación solar térmica en España se concentra en las comunidades autónomas de Andalucía (43% del total a nivel nacional), Extremadura (37%) y Castilla-La Mancha (15%).

Otras fuentes de generación renovables

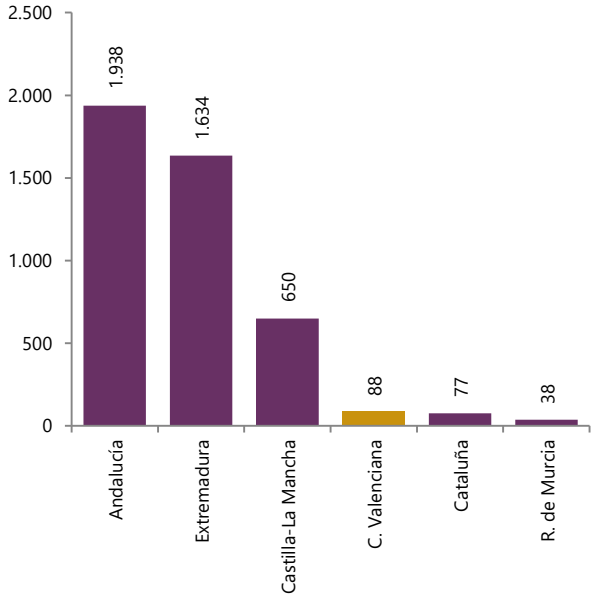
Bajo esta rúbrica, se incluyen fuentes de generación como el biogás, la biomasa, la hidráulica marina y la geotérmica. Su implantación en la Comunitat Valenciana es bastante escasa en la actualidad. En el año 2018, la potencia instalada neta en la Comunitat Valenciana representó el 1,5% del total nacional y la generación supuso tan solo el 1%. El **gráfico 2.18** ofrece el desglose por autonomías, donde se observa un liderazgo muy notable de Castilla y León en este tipo de generación.

Gráfico 2.16. Generación solar fotovoltaica en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)



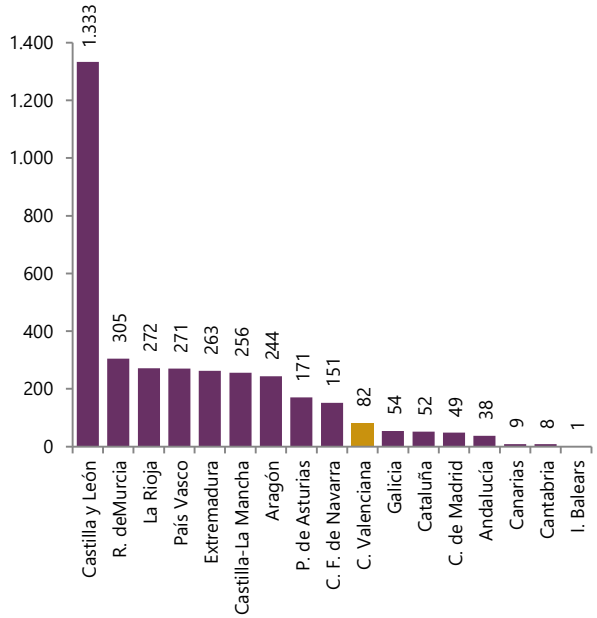
Fuente: REE (2019).

Gráfico 2.17. Generación solar térmica en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)



Fuente: REE (2019).

Gráfico 2.18. Generación a partir de "Otras fuentes renovables" en España por comunidad autónoma. 2018 (GWh)



Fuente: REE (2019).

Generación a partir de fuentes renovables

La contribución de la Comunitat Valenciana al total de generación renovable en España en 2018 fue del 3,5%, situándose en el décimo lugar por comunidades autónomas, tras Castilla y León (20,5%), Galicia (17,3%), Andalucía (11,7%), Castilla-La Mancha (11,3%), Cataluña (8,8%), Aragón (8,5%), Extremadura (5,2%), Comunidad Foral de Navarra (3,6%) y Principado de Asturias (3,6%).

La generación eléctrica de origen renovable en la Comunitat Valenciana ascendió a 3.533 GWh, representando el 18,5% de la generación total en el interior de la Comunitat, mientras que en otras comunidades autónomas la generación renovable superó el 50%. Este es el caso de Castilla y León (77% de la generación fue de origen renovable en 2018), Comunidad Foral de Navarra (70%), Aragón (56%), Galicia (55%), Castilla-La Mancha (52%) y La Rioja (51%). La aportación de las fuentes de energía renovables a la generación total de cada comunidad autónoma fue en media de un 36%.

En el año 2018, la principal fuente de generación renovable en las comunidades de Castilla y León y Comunidad Foral de Navarra fue la eólica, seguida por la hidráulica y, en mucha menor medida, por la solar fotovoltaica y de "otras renovables". La generación eólica y la hidráulica, prácticamente a partes iguales, alcanzan el 97% de la generación renovable en Galicia y Aragón, constatándose un peso residual para la generación de energía solar fotovoltaica y de "otras fuentes renovables" (en la comunidad gallega, también de residuos renovables).

En Castilla-La Mancha predomina la generación eólica, seguida a mucha distancia por la solar fotovoltaica, la hidráulica, la solar térmica y de "otras renovables". La Rioja presenta una distribución de las fuentes de energía renovables similar a la de Castilla-La Mancha, con la diferencia que, a fecha de 2018, no existe potencia instalada en energía solar térmica.

Andalucía presenta un *mix* de generación mucho más variado, destacando entre las fuentes de generación renovables la eólica, si bien la solar térmica, la solar fotovoltaica, la de otras renovables y la hidráulica tienen asimismo implantación.

Es interesante asimismo conocer cuál ha sido la evolución de la generación y de la potencia instalada de origen renovable en estas comunidades autónomas en los últimos años. Al igual que ha ocurrido en la Comunitat Valenciana, el peso de la generación a partir de fuentes renovables se ha mantenido bastante estable en los últimos años (**cuadro 2.8**), con variaciones anuales que responden principalmente al carácter húmedo o seco del año en cuestión. Sin embargo, profundizando en la evolución de las diferentes fuentes de generación, en algunos casos se aprecian variaciones significativas.

Cuadro 2.8. Evolución del peso de las fuentes de generación limpia en las comunidades autónomas con mayor penetración de renovables. 2013-2018 (porcentaje)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Castilla y León	71	70	64	73	64	77
C.F. de Navarra	74	77	71	62	61	70
Aragón	57	53	51	54	45	56
Galicia	60	60	52	57	41	55
Castilla-La Mancha	53	54	50	52	50	52
La Rioja	73	86	65	53	41	51

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de REE (2019).

Así, en Castilla y León, en el periodo de 2013 a 2018, se produjo un aumento de la generación a partir de "otras renovables", como consecuencia de un incremento en la potencia instalada neta de este tipo de generación en un 70%. Por su parte, se redujo la potencia instalada en energía nuclear (-100%), cogeneración (-6%) y de carbón (-5%), lo que ha dado lugar a una reducción en la generación de estos tipos de energía durante el mencionado periodo.

Por su parte, en la Comunidad Foral de Navarra cabe destacar la elevada variabilidad de la generación hidráulica, protagonizando una notable subida (de un 75%) en 2018 respecto a 2017. La generación de energía eólica, solar fotovoltaica o de "otras renovables" no muestra una tendencia clara. La caída del peso de energías renovables en el total generado en Navarra en los años considerados se debe a la elevada participación de las centrales de ciclo combinado (hasta su drástica reducción en 2017) y, en menor medida, a la cogeneración, en el *mix* de generación.

En Aragón, se constata una disminución en la generación de todas las fuentes de generación y, principalmente, de los ciclos combinados cuya producción se reduce en un 94% entre 2017 y 2018. En el lado opuesto, la generación a partir de residuos no renovables se incrementa en un 135% durante el periodo 2013-2018.

En Castilla-La Mancha, crece la inversión en instalaciones del grupo de "otras renovables" en un 54% y se abandona la generación a partir de carbón, lo que conduce automáticamente a un aumento del peso de la generación renovable. Sin embargo, dicho aumento se ve compensado por la reducción en otras fuentes de generación renovable como la hidráulica, la eólica, la solar fotovoltaica o la térmica y el aumento de la generación mediante ciclos combinados.

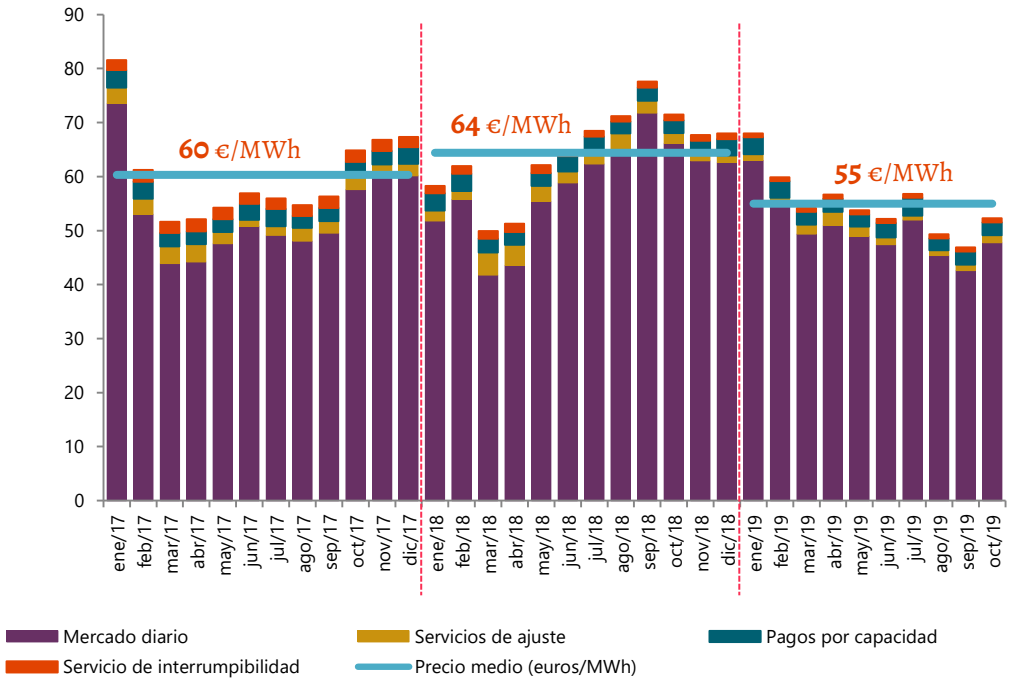
Por último, en La Rioja se desinvierte en cogeneración, reduciéndose la potencia instalada neta en un 51% durante el periodo de 2013 a 2018 y disminuyendo su generación en un 45%. Asimismo, cabe destacar la disminución de la generación de energía eólica (-16%) y del grupo "otras renovables" (-30%), a la vez que se incrementa la generación de ciclos combinados en un 188%, lo que explicaría la reducción del peso de las fuentes de generación limpias durante el periodo.

2.3. Precios de la energía eléctrica.

El precio final medio de la electricidad en el mercado eléctrico se situó en 64,4 Euros/MWh en 2018. Este nivel de precio medio anual ha resultado ser el más elevado desde 2008 y el tercero más alto desde la puesta en marcha del mercado como consecuencia de la liberalización del sector eléctrico en 1998.

El precio final está formado por los componentes siguientes: i) mercados diario e intradiario, en los que se negocia la compra-venta de electricidad para su entrega al día siguiente mediante un mecanismo de subastas de precio (uniforme) marginal; ii) pagos por capacidad, regulados para financiar el servicio de capacidad de reserva a medio y largo plazo ofrecido por las instalaciones de generación al sistema eléctrico; iii) servicios de ajuste,

Gráfico 2.19. Componentes del precio final de la energía en el mercado eléctrico. 2017-2019 (euros/MWh)



Fuente: REE (2019).

necesarios para asegurar el suministro de electricidad en condiciones de calidad, fiabilidad y seguridad del sistema, gestionados por REE como Operador del Sistema eléctrico español y iv) servicio de interrumpibilidad o herramienta de gestión de la demanda que consiste en reducir la potencia activa demandada en respuesta a una orden dada por el Operador del Sistema. La asignación se realiza mediante un procedimiento de subasta competitivo.

Como puede observarse en el **gráfico 2.19**, la componente más relevante en el precio final es la de los mercados diario e intradiario. En 2018, en término medio anual, el precio resultante de las subastas celebradas en los mercados e intradiario supuso el 90,3% del precio final de la electricidad. En cuanto al resto de componentes, los pagos por capacidad contribuyeron al precio final en un 4,2%, los servicios de ajuste en un 3,7% y el servicio de interrumpibilidad en un 1,9%.

Comparado con el nivel de 2017, el aumento en el precio final es achacable principalmente al incremento de la componente de precio de los mercados diario e intradiario, cuyo valor medio anual se situó en 53,1 Euros/MWh y fue el segundo más alto desde la liberalización del mercado. Un factor determinante en su evolución ha sido sin duda el precio de los permisos en el mercado europeo de emisiones de CO_2 (EU-ETS[2]), que llegó a alcanzar en septiembre de 2018 los 25 Euros/tonelada, partiendo de niveles de precio en torno a los 8 Euros/tonelada en enero de este mismo año (REE, 2019b).

[2] European Union Emissions Trading System.

Es interesante comparar los niveles del precio del mercado diario (o *pool)* en España con los precios de los principales mercados europeos. El aumento de las interconexiones y la mayor integración de los mercados europeos han propiciado, con carácter general, una convergencia de los precios mayoristas de electricidad. Si bien la progresiva penetración de las energías renovables en los sistemas eléctricos de los diferentes países ha traído consigo una reducción del precio; sin embargo, este último sigue siendo dependiente del precio de los combustibles como el gas o el carbón, que suelen marcar el precio marginal sobre todo en situaciones de escasez de oferta en relación a la demanda. El precio de las emisiones de CO_2 (EU-ETS) ha tenido asimismo su impacto en los precios; sobre todo, a partir de mediados de 2017, cuando los participantes en el mercado anticiparon una reducción de permisos a partir de enero de 2019, y ello se tradujo en el aumento de precio mencionado anteriormente.

Con el objeto de observar mejor la tendencia a lo largo del tiempo, se calcula el precio medio mensual a partir de los precios diarios (carga base) para su entrega el día siguiente (precios marginales de las subastas del mercado mayorista) en Alemania (EPEX), Francia (EPEX), Bélgica (BELPEX), Holanda (APX), Austria (EXAA), Mercado Nórdico o Nord Pool formado por Noruega, Suecia, Finlandia, Dinamarca, Estonia, Lituania y Letonia, España (OMIE, polo español), Portugal (OMIE, polo portugués) e Italia (GME) durante el periodo 2013-2019. Las series históricas de precio se han obtenido de Thomson Reuters Eikon. Además, se incluye el histórico del precio medio mensual de la negociación OTC de electricidad para su entrega el día siguiente (carga base) en el Reino Unido[3], accesible en la página web de OFGEM, regulador de los sectores de electricidad y gas en Reino Unido.

Como se observa en el **gráfico 2.20**, los precios del mercado mayorista de Italia y Reino Unido han sido, en general, los más elevados durante el periodo 2013-2019, mientras que los precios de Nord Pool y, en menor medida, los precios de Austria se sitúan en los niveles más bajos. Los precios del Mercado Ibérico (España y Portugal) han formado parte del grupo de los países con precios más altos desde el último trimestre de 2014 hasta finales de 2015 y, posteriormente, desde mediados de 2016 hasta principios de 2018.

Durante el periodo 2016-2018, el elevado precio del Reino Unido se explica por un exceso de demanda con respecto a la oferta que condujo a la necesidad de importar electricidad, así como al impacto del impuesto sobre el cambio climático sobre el precio del mercado mayorista, una de las medidas políticas implementadas por el gobierno británico para avanzar hacia el proceso de transición energética hacia una economía sostenible, que se explica en el capítulo 3 del presente trabajo.

Italia, por su parte, es un país importador neto de electricidad, dado que el precio al que importa la electricidad suele ser menor que el coste en el que incurre para generarla, fundamentalmente a partir de gas.

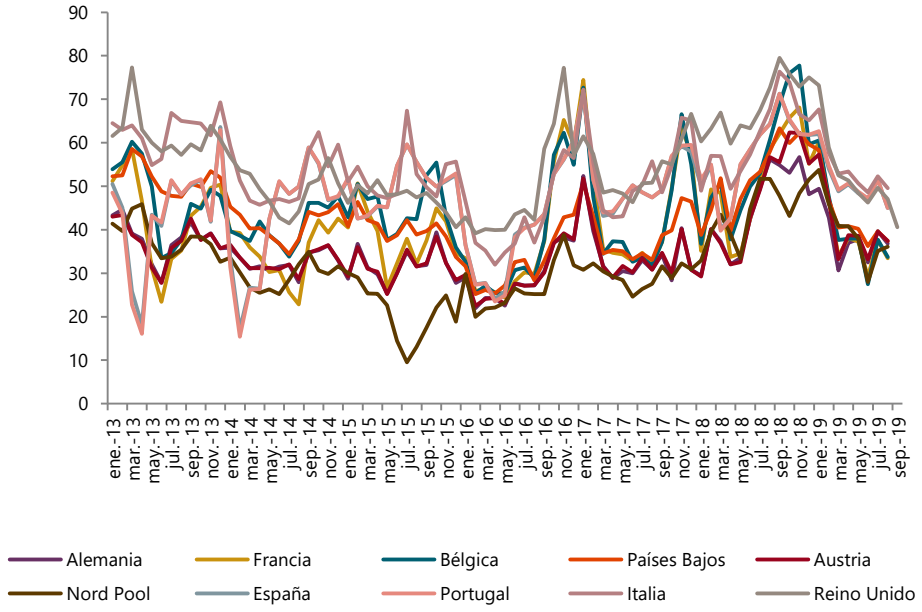
El precio en España y Portugal ha sido sistemáticamente dependiente del nivel de agua embalsada y de la generación hidráulica, de modo que suele subir en los años secos, puesto que la disminución de la oferta conlleva que tecnologías de generación más caras marquen el precio marginal del *pool*, y bajar en los años húmedos. Este efecto podría ir suavizándose como consecuencia de la introducción de nueva oferta en el mercado en forma de energía renovable (fundamentalmente eólica y solar fotovoltaica) cuyos costes variables de generación son significativamente más reducidos que los de las tecnologías convencionales.

[3] La negociación *Over the Counter (OTC)* es la que se lleva a cabo bilateralmente, al margen de los mercados oficiales organizados.

En el caso de Nord Pool, el nivel relativamente más bajo del precio se debe precisamente a la entrada de energías renovables en el *mix* de generación, unido al históricamente elevado porcentaje de generación hidroeléctrica sobre todo en Noruega.

En general, se advierte una tendencia común en los precios de los países y/o áreas de mercado representados en el gráfico 2.20. Sin embargo, al mismo tiempo, se aprecian notables diferencias en algunos periodos que evidencian la falta de integración entre países que podría mejorarse incrementando las interconexiones.

Gráfico 2.20. Evolución del precio medio mensual de la electricidad en el mercado mayorista para su entrega el día siguiente (carga base) en los principales países o áreas de mercado europeos. Enero 2013-agosto 2019 (euros/MWh)



Fuentes: OFGEM[4] (serie histórica de precios del Reino Unido) y Thomson Reuters Eikon (series históricas de precios del resto de países o áreas de mercado considerados).

[4] OFGEM es el regulador de los sectores de la electricidad y el gas en Reino Unido.

Cuadro 2.9. Estadísticos descriptivos básicos de los precios diarios de los mercados mayoristas en Europa. 2013-2018

	Alemania	Francia	Bélgica	Holanda	Austria	Nord Pool	España	Portugal	Italia
Precio medio	35,0	41,6	44,9	42,9	35,3	31,5	47,6	47,5	54,2
Precio mínimo	-52,1	-38,9	-41,0	15,4	-15,9	3,9	0,1	0,1	24,6
Precio máximo	101,9	124,3	207,9	89,0	90,7	81,0	93,1	93,1	127,5
Volatilidad (*)	265%	48%	35%	15%	146%	13%	95%	151%	15%
Asimetría (**)	-29,7	12,8	1,9	1,3	-28,4	2,5	28,0	31,3	1,5
Curtosis (**)	1223,4	385,9	79,5	4,6	1036,1	19,6	1042,9	1130,9	6,1

Fuente: Elaboración propia a partir de los precios obtenidos de OFGEM (Reino Unido) y Thomson Reuters Eikon (resto de áreas de mercado). (*) Volatilidad calculada como la desviación típica de los rendimientos simples de precios. (**) Los coeficientes de asimetría y curtosis se calculan sobre los rendimientos simples de precio.

Adicionalmente, se ha calculado, a efectos comparativos, los estadísticos descriptivos básicos de los precios diarios de los mercados mayoristas considerados (**cuadro 2.9**). Las series de precios representadas en el gráfico 2. 20 resultan de calcular la media mensual de los precios diarios[5], por lo que han sido suavizadas respecto a las series diarias. Como puede observarse, los precios medios diarios más elevados durante el periodo 2013-2018 corresponden a Italia (54,2 Euros/MWh), España (47,6 Euros/MWh) y Portugal (47,5 Euros/MWh), mientras que Nord Pool presenta el precio medio menor (31,5 Euros/MWh), seguido de Austria (35,3 Euros/MWh).

El precio diario más alto se produjo en el mercado belga, alcanzando el nivel de 207,9 Euros/MWh a mediados de octubre de 2015, mientras que el más bajo tuvo lugar en Alemania situándose en -52,1 Euros/MWh a finales de octubre de 2017.

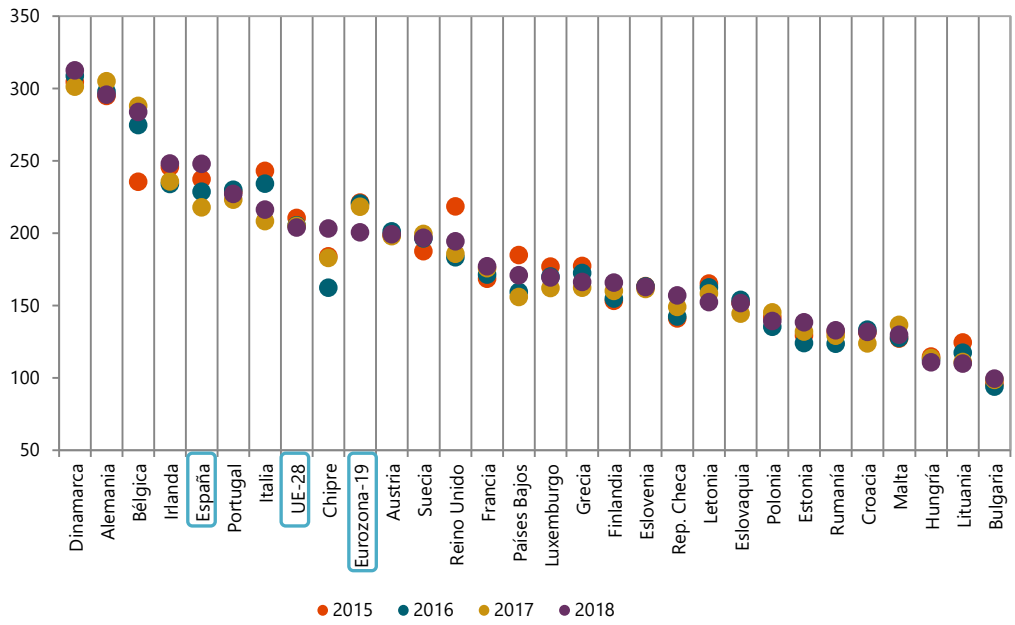
España y Portugal forman parte de un área de mercado común denominada Mercado Ibérico. Desde su integración en julio de 2007, y sobre todo gracias al aumento progresivo de la capacidad de interconexión entre ambos países, los precios tienden a converger. De hecho, si no hay problemas de congestión en la red, el precio es el mismo en ambos países. En caso contrario, se divide el mercado en dos áreas (España y Portugal) y el precio resulta ser diferente en cada una de ellas[6]. El algoritmo que se utiliza para resolver la subasta correspondiente a cada tramo horario tiene en cuenta, además de la información contenida en las ofertas presentadas para comprar o vender electricidad, la capacidad de interconexión con los países vecinos. Se denomina *EUPHEMIA* y es de aplicación no solo en España y Portugal, sino también en otros países europeos como Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Francia, Holanda, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Finlandia, Suecia, Dinamarca, Noruega, Polonia, Reino Unido, República Checa y Rumania.

A los efectos de este trabajo, en lugar de mostrar el precio diario del mercado ibérico (previo a la división en áreas diferenciadas, en su caso) se ha decidido presentar los precios para España y Portugal de forma individualizada. Cabe puntualizar que con los niveles de interconexión actuales, el número de días en los que resulta necesario diferenciar por áreas el precio diario por la existencia de congestiones en la red se ha reducido considerablemente. De hecho, durante el año 2018 el 95%, del tiempo el precio de la electricidad en el mercado mayorista fue el mismo en España y en Portugal, mientras que entre España y Francia

[5] Los precios diarios, a su vez, resultan de la media de los precios horarios para cada día.

[6] Lo mismo ocurre, por ejemplo, en el Mercado Nórdico. Solo si hay problemas de congestión de red, se divide el mercado en áreas diferenciadas, para las que resulta un precio distinto.

Gráfico 2.21. Evolución del precio de la electricidad para uso doméstico (hogares cuyo consumo anual está comprendido entre 2.500 y 4.999 precios en Euros/kWh). 2015-2018



Fuente: Eurostat (2019b).

esta situación solo se produjo en el 27,5% de las horas, dando muestra del diferente nivel de integración entre España y cada uno de los dos países con los que comparte frontera.

En el Mercado Ibérico, a diferencia de otros países de nuestro entorno, la regulación impide la existencia de precios negativos. Además, se establece un precio instrumental que limita los precios por arriba, situado en 180 Euros/MWh. Las diferencias de precio que se han producido durante el periodo considerado como consecuencia de congestiones en la red entre ambos países justifican las diferencias en volatilidad[7], asimetría y curtosis de las series en rendimientos.

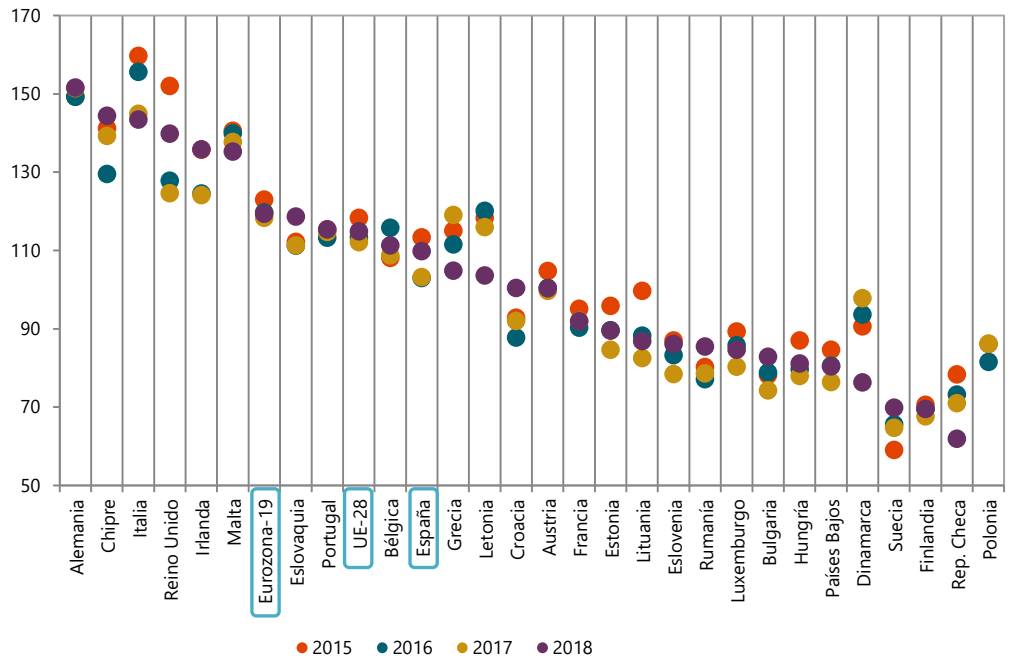
El precio en Alemania es el que presenta la mayor volatilidad, seguido de Portugal y Austria. El coeficiente de asimetría nos indica que, durante el periodo considerado, los precios en Alemania y Austria presentan una mayor tendencia a bajar, al contrario que el resto de los países; mientras que del valor del coeficiente de curtosis, se deduce que las variaciones de los precios se concentran en torno a la variación media en todos los casos, pero sobre todo, en Alemania y Portugal.

Los **gráficos 2.21** y **2.22** muestran respectivamente la evolución de los precios para uso doméstico y uso diferente del doméstico en los países europeos durante el periodo 2015-2018.

Se ha considerado consumidores domésticos a todos aquellos hogares cuyo consumo anual esté comprendido entre 2.500 kWh y 4.999 kWh. Dinamarca, Alemania y Bélgica arrojan los precios más elevados. De este modo, los consumidores domésticos de estos tres países junto a los de Irlanda, España, Portugal e Italia pagan un precio por la electricidad superior al precio medio de la Unión Europea. El precio en España se sitúa en 247,6 Euros/MWh en 2018, abandonando una tendencia a la baja iniciada en 2015. Es remarcable la reducción del precio a partir de 2016 en Italia y Reino Unido, si bien se experimenta un repunte del precio en ambos países en 2018. Los países que presentan los precios más reducidos en 2018 son Bulgaria, Lituania y Hungría.

[7] La volatilidad se ha calculado como la desviación típica de los rendimientos simples de precios.

Gráfico 2.22. Evolución del precio de la electricidad para uso industrial (abonados de consumo comprendido entre 500 y 1.999 MWh/año)(precios en Euros/MWh). 2015-2018



Fuente: Eurostat (2019c).

Los precios de la electricidad son de gran relevancia para la competitividad internacional de las empresas de un país, dado que en muchas ocasiones el coste energético representa un elevado porcentaje de los costes de producción. El **gráfico 2.22** muestra la evolución del precio para uso no doméstico durante el periodo 2015-2018 en Europa. Puede observarse cómo Alemania fue el país con el precio de electricidad más elevado en 2018, seguida de Chipre, Italia y Reino Unido.

Se considera consumo para usos no domésticos el consumo comprendido entre 500 MWh y 1.999 MWh. Se constata una reducción significativa del precio en Italia, Letonia, Lituania, Dinamarca, Reino Unido y España, si bien el precio en estos dos últimos ha experimentado un repunte durante el año 2018. El precio para usos no domésticos en España es inferior a la media de los veintiocho de la Unión Europea (UE). Los países con precios más reducidos durante 2018 fueron República Checa, Finlandia y Suecia[8].

Es interesante asimismo comparar el peso de los tres componentes del precio de la electricidad (impuestos[9], redes y energía) con el resto de países europeos.

El **gráfico 2.23** muestra la composición del precio de electricidad de los hogares pertenecientes a la banda de consumo comprendida entre 2.500 kWh y 4.999 kWh, en 2018. Como puede observarse, el precio de la electricidad para uso doméstico en España ocupó el quinto lugar entre los países europeos, tras Dinamarca, Alemania, Bélgica e Irlanda. En este año, el 59% del precio eléctrico para usos domésticos se correspondió con el coste de la energía, el cual se incrementó en un 22% respecto al año anterior; el 21% del precio fue debido al coste de la red, que resultó ser un 3% superior al registrado en 2017; mientras que el 20% restante fue achacable a impuestos. Los impuestos crecieron en un 14% entre 2017 y 2018.

En término medio, considerando todos los países europeos, el componente de la energía en 2018 ha representado el 39% del precio

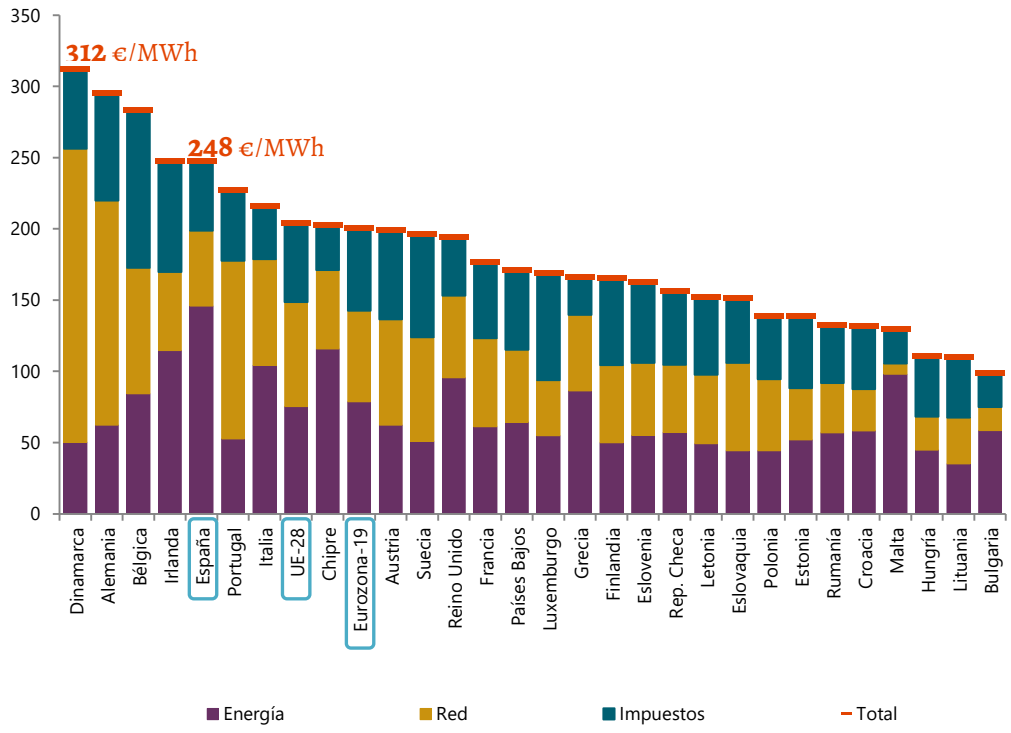
[8] No se dispone del dato de Polonia en 2018.

[9] En el componente de los impuestos, se excluye el IVA.

total para usos domésticos, el componente del coste de la red se ha situado en el 32% y los impuestos han supuesto el 29% restante.

Los países en los que el coste de la energía es el principal componente del precio son Malta, Bulgaria, España, Chipre, Grecia, Reino Unido, Italia, Irlanda, Croacia, Rumanía, Hungría, Holanda, Estonia y República Checa. El coste de red es el componente más importante del precio en Dinamarca, Portugal, Eslovaquia, Austria, Suecia, Polonia y Francia. Por último, los países en los que el componente principal del precio son los impuestos son Luxemburgo, Bélgica, Lituania, Finlandia, Letonia y Eslovenia.

Gráfico 2.23. Precios de la electricidad en la banda de consumo más representativa* de los hogares europeos, distinguiendo entre sus componentes. 2018 (euros/MWh)



* Consumo comprendido entre 2.500 y 4.999 kWh.

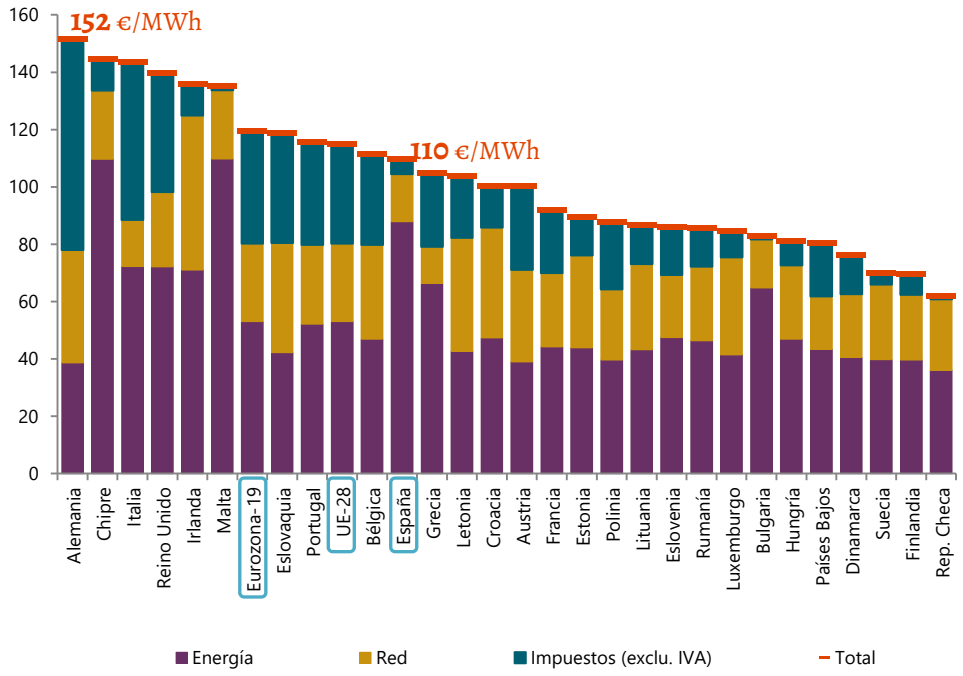
Fuente: Eurostat (2019b).

La actividad industrial suele estar sujeta a menores impuestos y a menores costes de red que los hogares, por motivos de competitividad internacional. Como se observa en el **gráfico 2.24**, la relevancia de cada componente del precio para usos no domésticos (coste de la energía, coste de la red e impuestos) es variable dependiendo del país. Sin embargo, el coste de la energía es el componente más importante en todos los países europeos, excepto en Alemania, donde los impuestos constituyen prácticamente el 50% del precio total. En 2018, la cifra concreta fue un 49% (48% en 2017).

En media, el coste de la energía en los países europeos supuso el 53% del precio de la electricidad total durante 2018 (51% en 2017), mientras que el coste de la red y los impuestos representaron un 28% (29% en 2017) y un 19% (20% en 2017), respectivamente.

Los porcentajes exactos para el caso español se exponen a continuación. En el año 2018, el 80% (78% en 2017) del precio de la electricidad para usos no domésticos se debió al coste de la energía, el 15% (17% en 2017) al coste de la red y solo el 5% restante a impuestos.

Gráfico 2.24. Precios de la electricidad para usos no domésticos* en Europa, distinguiendo entre sus componentes. 2018 (euros/MWh)



* Consumo comprendido entre 500 MWh y 1.999 MWh.

Fuente: Eurostat (2019c).

2.4. Niveles de emisiones de CO2

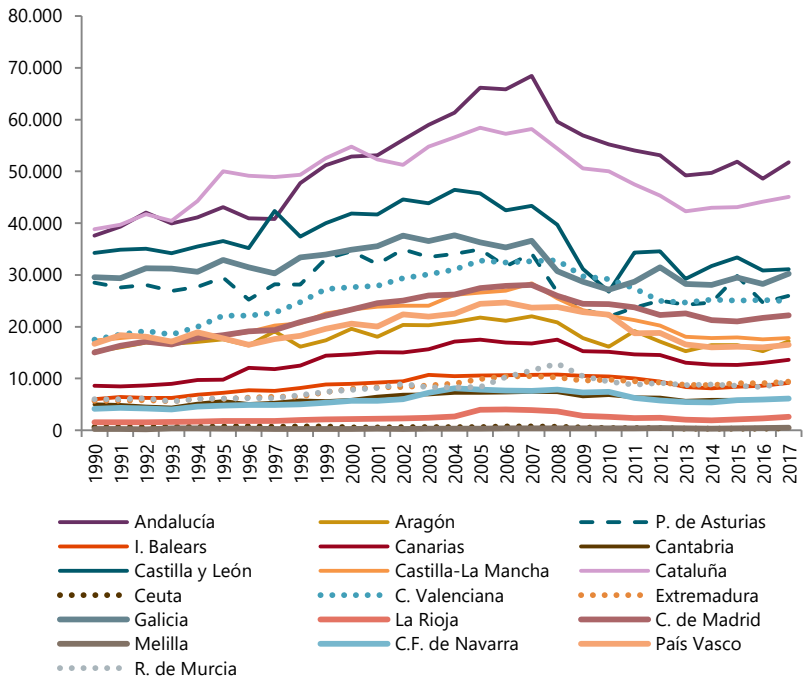
En este apartado se analiza la evolución de las emisiones de CO_2 en España durante el periodo 1990-2017, distinguiendo por comunidad autónoma.

Como se observa en el **gráfico 2.25**, la Comunitat Valenciana ha seguido una tendencia similar a la del resto de comunidades autónomas durante el periodo para el que existe disponibilidad de datos; esto es, desde 1990 hasta 2017. Así, se constata una tendencia creciente desde el inicio de la serie histórica hasta el año 2009, en el que se revierte la tendencia de la cantidad de emisiones de CO_2 vertidas a la atmósfera desde la Comunitat Valenciana, iniciando una trayectoria de signo opuesto. El motivo no es otro que el impacto de la crisis sobre la producción industrial y la actividad económica en general.

Las emisiones de CO_2 en la Comunitat Valenciana han supuesto en media el 7% del total de emisiones de CO_2 en España, durante el periodo 1990-2017. El peso sobre el total ha ido incrementándose a lo largo del tiempo, pasando de un 6% en 1990 a un 7,3% en 2017, llegando al máximo (8,2%) en el año 2010.

Considerando el conjunto de España, las emisiones de CO_2 han crecido un 18% respecto al nivel de 1990. En el caso de la Comunitat Valenciana, el crecimiento ha sido de un 42%. Crecimientos superiores durante el periodo 1990-2017 se han registrado únicamente en las siguientes comunidades autónomas: Extremadura (66%), Región de Murcia (58%), las Islas Canarias (52%), Comunidad de Madrid (47%) y Comunidad Foral de Navarra (46%).

Gráfico 2.25. Evolución de las emisiones de CO_2-eq respecto al año base 1990 en España, por comunidad autónoma. 1990-2017 (kt)



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (2019b).

Cuadro 2.10. Emisiones de CO_2 verificadas en la Comunitat Valenciana (tCO_2-eq). 2019

Sector	Emisiones (tCO_2-eq)	%
Cerámico (pavimentos y revestimientos)	2.960.228	33,1
Cemento	1.905.916	21,3
Generación eléctrica	1.617.601	18,1
Refinería	1.201.340	13,4
Fritas cerámicas	370.690	4,1
Combustión sectores industriales	213.772	2,4
Químico	172.236	1,9
Cerámico (tejas y ladrillos)	130.851	1,5
Producción y transformación de metales férreos	100.357	1,1
Vidrio	82.020	0,9
Papel y cartón	61.820	0,7
Cal	50.592	0,6
Producción de ácido nítrico	49.036	0,5
Producción de aluminio secundario	20.309	0,2

Fuente: Conselleria d´Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica (2019).

Bajo el marco de la Ley 1/2005 de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, año tras año desde su entrada en vigor se verifican las emisiones de gases de efecto invernadero vertidas a la atmósfera por parte de las empresas sometidas a dicho régimen. En la Comunitat Valenciana, en 2019, han sido un total de 178 las instalaciones que han debido presentar el informe verificado de sus emisiones durante 2018.

El **cuadro 2.10** muestra la cantidad de emisiones de CO_2 emitidas durante el año 2018 que han sido objeto de verificación, distribuidas por sectores productivos. Como puede observarse, el 85% de las emisiones sujetas al comercio de derechos de emisión en la Comunitat Valenciana corresponden a cuatro sectores: el sector cerámico de pavimentos y revestimientos (33%), el sector del cemento (21%), el sector eléctrico en su actividad de generación (18%) y el sector de la refinería (13%). La cantidad de emisiones de CO_2 registradas a lo largo de 2018 ha sido superior a la cantidad asignada de forma gratuita a las instalaciones de la Comunitat Valenciana para dicho año, lo que ha provocado un déficit de derechos que habrán adquirido las empresas valencianas en el mercado europeo de emisiones (EU-ETS).

2.5. Objetivos de política energética planteados a nivel europeo, estatal y para la Comunitat Valenciana en el Horizonte 2030

El proceso de integración en la Unión Europea conlleva el desarrollo de una política energética común que considere los compromisos asumidos en los acuerdos internacionales de cambio climático.

En el Tratado de Lisboa (2007), por el que se modifican el Tratado de la Unión Europea y el Tratado Constitutivo de la Unión Europea, se incluye la energía como una competencia compartida entre la Unión y los Estados miembros (artículo 2 C). En el artículo 100, se pone de manifiesto la capacidad del Consejo, a

propuesta de la Comisión, para establecer medidas con el fin de atender dificultades en el suministro de productos en el ámbito de la energía, bajo el principio de solidaridad entre Estados miembros. Ese mismo principio rige el artículo 176, junto con la necesidad de preservar el medio ambiente, en la regulación de la política energética de la UE y la definición de sus objetivos:

(i) garantizar el funcionamiento del mercado de la energía,

(ii) garantizar la seguridad del abastecimiento energético,

(iii) fomentar la eficiencia energética y el ahorro energético así como el desarrollo de energías nuevas y renovables, y

(iv) fomentar las interconexiones.

No obstante, se preserva el derecho de cada Estado miembro a determinar las condiciones de explotación de sus recursos energéticos, a elegir entre distintas fuentes de energía y a definir la estructura general de su abastecimiento energético.

Tras el hito que supuso la inclusión de la energía como ámbito de intervención de la Unión Europea, las instituciones europeas han venido trabajando en el diseño y la publicación de documentos de política estratégica que han ido fijando objetivos progresivamente más ambiciosos en materia energética y climática, así como paquetes de medidas para alcanzar dichos objetivos.

De este modo, desde que la Comisión Europea publicara el libro verde "Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura" en marzo de 2006, se han sucedido otros documentos como "Una política energética para Europa" (enero 2007) en el que se extienden los objetivos de sostenibilidad, competitividad y seguridad de suministro al mandato de luchar contra la pobreza energética y a avanzar en la realización de un verdadero mercado interior de la energía de la UE. Estos objetivos se concretan en los denominados 20-20-20:

(i) reducción de un 20% en la emisión de gases de efecto invernadero para 2020 con respecto a los niveles registrados en el año 1990;

(ii) ahorro del consumo energético de la UE en un 20%; y

(iii) porcentaje mínimo del 20% del consumo total de la UE a partir de fuentes de generación renovables, con un mínimo del 10% para los biocombustibles.

Para su desarrollo, la Comisión presenta un paquete de Directivas relativas al fomento de la generación de energía a partir de fuentes renovables (Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo), a la ampliación del régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo) y al almacenamiento de dióxido de carbono en condiciones seguras para el medio ambiente (Directiva 2009/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo). Asimismo, se establecen normas comunes en materia de generación, transporte, distribución, suministro y de protección a los consumidores del mercado eléctrico a nivel europeo (Directiva 2009/72/CE del Parlamento y del Consejo).

Posteriormente, la Comisión profundiza en la estrategia para la consecución de los objetivos planteados a través de la comunicación "Energía 2020: Estrategia para una energía competitiva, sostenible y segura" (2010), en la que se reafirman los objetivos anteriores a la vez que se destaca la necesidad, entre otras, de lograr la eficiencia energética en la UE y de mantener el liderazgo de Europa en la tecnología e innovación en el sector de la energía.

El papel clave de la eficiencia energética y el potencial de incremento de ahorro energético, así como la conveniencia de que el sector público lidere la renovación de sus edificios atendiendo a criterios de sostenibilidad, se pone de

manifiesto en el documento de la Comisión "Plan de Eficiencia energética 2011" y tiene su reflejo legislativo en las Directivas 2010/31/UE y 2012/27/UE del Parlamento y del Consejo.

Otros documentos relevantes que exponen el marco estratégico para el desarrollo de políticas en materia energética en la UE presentados por la Comisión son los siguientes: "Realizar el mercado interior de la electricidad y sacar el máximo partido de la intervención pública" (2013) ; "Un marco estratégico en materia de clima y energía para el periodo 2020-2030" (2014); "Estrategia Europea de la Seguridad Energética" (2015) o "Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular"(2015).

Los objetivos en materia de política energética planteados a nivel europeo para el horizonte 2030 se recogen en el paquete normativo denominado "Energía limpia para todos los europeos" (2016), conocido como "paquete de invierno", y en su desarrollo posterior a través de diferentes directivas que giran en torno a los grandes pilares de la transición energética, como son la promoción de energías renovables, la eficiencia energética, el diseño de mercado eléctrico, la seguridad de suministro o las reglas de gobernanza para el Mercado Único de la Energía[10]. Se trata de objetivos vinculantes para toda la UE y pueden resumirse en los siguientes:

a) Reducción de un 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a los registrados en 1990.

b) 32% del consumo total de energía para toda la UE procedente de fuentes de generación renovable.

c) Mejora de la eficiencia energética en un 32,5%.

d) Capacidad de interconexión mínima de un 15% de la potencia instalada de cada estado miembro.

El compromiso europeo de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero exige la puesta en marcha de un proceso de descarbonización de la economía. En este sentido, la Comisión Europea presenta en 2018 la comunicación "Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra", en la que se establece como objetivo convertir a la Unión Europea en neutra en carbono en 2050.

Bajo el marco del "paquete de invierno" se requiere de los Estados miembros la elaboración de un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (renovable cada diez años), que establezca los objetivos nacionales y las políticas y medidas necesarias para alcanzar esos objetivos así como la Estrategia de Bajas Emisiones a Largo Plazo (2050).

El Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2021-2030) plantea los siguientes objetivos en el horizonte 2030 para el Estado Español:

a) Reducción de un 21% en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990. Para ello, según la previsión del PNIEC 2021-20130, debería poder alcanzarse una reducción del 38% respecto a los niveles de 2005 en los sectores difusos[11] y del 60% en

[10] Directiva (UE) 2018/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 201 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) Nº 663/2009 y (CE) nº 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE Y (UE) 2015/652 del Consejo y se deroga el Reglamento (UE) nº 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo.

[11] Son sectores difusos los siguientes: residencial, transporte, agricultura, residuos, gases fluorados e industria no sujeta al comercio de derechos de emisión.

los sectores sujetos al comercio de derechos de emisión.

b) 42% de renovables como mínimo en el consumo final de la energía.

c) 74% de renovables como mínimo en la generación eléctrica.

d) 39,6% de mejora de la eficiencia energética.

Los objetivos para el año 2050 son la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 90% respecto a los niveles registrados en 1990 y alcanzar un sistema energético 100% renovable.

Tal como se recoge en el borrador del PNIEC 2021-2030, en España tres de cada cuatro toneladas de gases de efecto invernadero se originan en el sector energético por lo que, en línea con la hoja de ruta marcada en Europa, cabe avanzar hacia la descarbonización de la economía como uno de los ejes de la transición energética. Además, habida cuenta del reparto de competencias en España, se prevé imprescindible la coordinación con las comunidades autónomas para la consecución de los objetivos planteados.

La preocupación por los efectos del cambio climático en la Comunitat Valenciana y la consiguiente necesidad de preparar una respuesta de adaptación frente a los mismos se hace patente ya en el año 2007 con la creación de la Comisión Delegada de Coordinación de Políticas de Prevención ante el Cambio Climático. Esta comisión es sustituida en el año 2013 por la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático de la Comunitat Valenciana, que es la encargada de aprobar las Estrategias Valencianas de Cambio Climático en el horizonte 2008-2012 y, posteriormente, en el horizonte 2013-2020.

Debido a que la Estrategia 2013-2020 no ha arrojado los resultados inicialmente esperados en materia de reducción de emisiones, la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático de la Comunitat Valenciana ha iniciado un proceso de revisión de la misma para incluir medidas relativas a la gestión de la energía, dado el relevante peso del sector energético en el volumen total de emisiones de gases de efecto invernadero. Así, los principios básicos que subyacen a las medidas de la nueva estrategia se basan en el ahorro energético, el fomento de las energías renovables, el autoconsumo, el transporte sostenible y el impulso de un equilibrio territorial.

La Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030 persigue una serie de objetivos generales para avanzar en la transición a un modelo energético sostenible que pueden clasificarse en tres niveles: mitigación de los efectos del cambio climático; adaptación a la nueva realidad por medio de la identificación de riesgos, vulnerabilidades y oportunidades de un nuevo modelo energético; y, por último, la investigación, sensibilización social y cooperación de todos los agentes implicados.

Como señala la propia Estrategia 2030, dado que en materia energética gran parte de las medidas propuestas son competencia de la administración general del Estado o de las administraciones locales, los objetivos planteados son ambiciosos a la vez que realistas y se concretan en los siguientes para el horizonte 2030:

a) un aumento de la eficiencia energética de al menos el 32,5%,
b) una cuota de energía procedente de fuentes de generación renovables de al menos el 32% del consumo final bruto de energía,
c) un porcentaje de participación de las energías renovables sobre la potencia eléctrica instalada de un 71,6%, y
d) un porcentaje de participación de las energías renovables sobre la producción eléctrica de un 59,2%.

3. CASOS DE ESTUDIO

En este capítulo se analizan seis casos de estudio donde se han desplegado políticas de transición energética con resultados excelentes. El objetivo es describir estrategias de éxito en otros países con el fin de servir de *benchmarks* para el caso valenciano. En el capítulo 4 se realiza el contraste con la Comunitat Valenciana con el fin de obtener un mapa de posibles acciones de éxito adaptadas a su realidad social, económica y geográfica.

El capítulo comienza explicando los aspectos metodológicos (epígrafe 3.1.). Continúa con el estudio de casos (epígrafe 3.2.): Suecia, Suiza, Finlandia, Noruega, Reino Unido y Alemania. Y termina con un estudio sintético de la prevalencia de las medidas adoptadas en los diferentes casos de estudio (epígrafe 3.3.).

3.1. Metodología del estudio

Los ejercicios de *benchmarking* exigen tomar como referencia entidades (individuos, organizaciones, regiones o países) excelentes y cercanas en tanto que el ejercicio de imitación exige que las estrategias de referencia puedan ser efectivas en contextos no excesivamente diferentes. Se ha elegido un total de seis países europeos: los cuatro que ocupan las posiciones más altas en el *ranking* del Índice de Transición Energética que elabora el Foro Económico Mundial; esto es, Suecia, Suiza, Noruega y Finlandia, además de Reino Unido y Alemania, países más cercanos a España en términos de tamaño y muy activos desde el punto de vista de la transición energética.

El Índice de Transición Energética (ETI, por sus siglas en inglés) permite evaluar a los países sobre la base del funcionamiento de su sistema energético y sus progresos en la transición energética, en torno a tres vectores: desarrollo económico y crecimiento, seguridad energética y sostenibilidad medioambiental. Se mueve en el rango de valores de 0 al 100%: i) desarrollo económico y crecimiento; ii) seguridad energética y accesibilidad y iii) sostenibilidad medioambiental. El primer vector, desarrollo económico y crecimiento, mide la rentabilidad del negocio de suministrar energía para las empresas, la mayor o menor facilidad de los ciudadanos para acceder a los servicios energéticos y el impacto sobre el PIB de la actividad del sector energético. El segundo vector, seguridad energética y accesibilidad, mide la capacidad de cada país para garantizar el suministro energético en condiciones de fiabilidad, sin interrupciones, a precios razonables. Finalmente, el tercer vector, sostenibilidad medioambiental, mide la intensidad energética, la intensidad de CO_2 y la cantidad de emisiones contaminantes. Los progresos en la transición energética de cada país se aproximan a través de seis dimensiones: i) la estructura del sistema energético; ii) la voluntad política y el compromiso con el proceso de transición energética plasmado en la regulación; iii) las infraestructuras y el grado de desarrollo

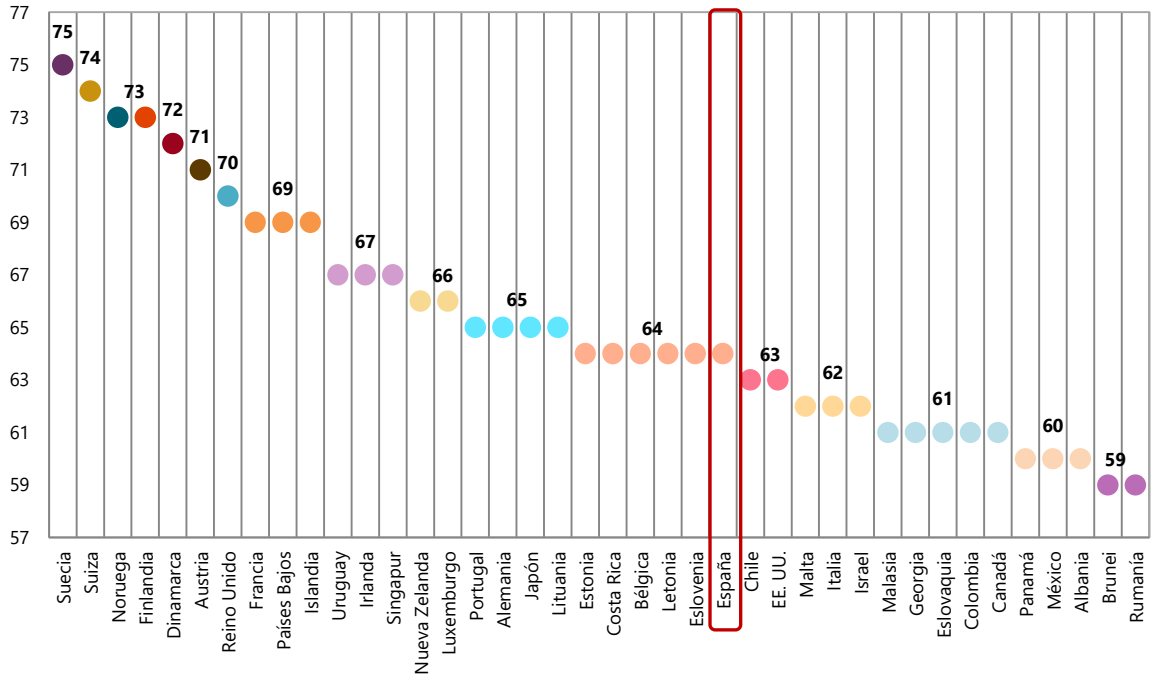
tecnológico; iv) la credibilidad de los gobiernos y las instituciones; v) la dotación de recursos de capital para las inversiones requeridas y el fomento de las medidas implementadas y, por último, vi) la capacidad de minimizar los impactos de la transición energética en el empleo de los sectores en reconversión, a través de la formación y la creación de *empleo verde* y el grado de la implicación ciudadana. Para su cálculo se considera a un total de 40 indicadores por país.

De acuerdo con los resultados más recientes, publicados en el año 2019, Suecia lidera la clasificación, con un valor de 75%, seguida de Suiza (74%), Noruega (73%), Finlandia (73%), Dinamarca (72%), Austria (71%) y Reino Unido (70%). De un total de 115 países considerados, España, con el 64%, ocupa la posición número 25, superado por países europeos como Francia (69%), Portugal (65%) o Alemania (65%), pero por delante de otros como Italia o Grecia, cuyos índices arrojan valores del 62% y del 56%, respectivamente. El **gráfico 3.1** muestra los 40 países con mayor ITE según los resultados publicados en el año 2019.

Como se ha mencionado anteriormente, el análisis se centra en los cuatro primeros países según el ITE, además de Reino Unido y Alemania por tratarse de dos casos de referencia en el proceso de transición en Europa y ser países más próximos a España desde el punto de vista del tamaño geográfico y poblacional que los nórdicos y Suiza.

Suecia destaca porque más de la mitad del consumo final de energía se cubre actualmente con fuentes de generación renovable. Además, tiene el menor peso de combustibles fósiles en el sector transporte de todos los países integrantes en la Agencia Internacional de la Energía (IEA), es líder en la utilización de biocombustibles y posee uno de los mayores porcentajes de venta de vehículos eléctricos a nivel mundial (6,3% en 2017).

Gráfico 3.1. *Ranking* de los 40 países con mayor Índice de Transición Energética. 2019 (valores entre 0% y 100%)



Fuente: Foro Económico Mundial (2019).

Suiza es el país con menor intensidad en CO_2 y uno de los países con menor intensidad energética de los países de la IEA Adicionalmente, posee un sistema eléctrico libre de emisiones contaminantes al 99%. El 97% de la generación de electricidad en Noruega procede de fuentes de energía renovables. Este país es líder mundial en la venta de vehículos eléctricos y el país que mayor proporción del PIB destina a la investigación, desarrollo e innovación en el área de la energía. Por último, Finlandia es líder en la industria de los biocombustibles (especialmente biodiesel) a nivel mundial.

El análisis de los casos se ha realizado a partir de un esquema uniforme con el fin de permitir un estudio homogéneo de cada país. El esquema se ha articulado en torno a los siguientes temas:

- Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible.
- Sistema eléctrico.
- Fiscalidad medioambiental.
- Transporte y movilidad.
- Eficiencia energética.
- Investigación, desarrollo e innovación.

Las principales fuentes de información de este capítulo son los estudios e informes de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), y de diferentes agencias nacionales de energía de los países considerados.

3.2. Casos de estudio

El **cuadro 3.1** presenta los objetivos en las tres principales áreas en las que se ha planteado el proceso de transición energética hacia modelos sostenibles en los seis países analizados; es decir, en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, incremento de la participación de las fuentes renovables en la generación de energía y mejora de eficiencia energética.

El **cuadro 3.2** presenta la evolución de los indicadores de los principales objetivos de la transición energética en los países objeto de estudio en el presente trabajo. En todos los casos analizados, la evolución de las emisiones de CO_2 ha seguido una tendencia a la baja, con la excepción de Noruega, en la que se ha producido un aumento de un 25% debido al significativo aumento de la combustión de gas natural durante el periodo considerado, ya que las emisiones procedentes de carbón y de petróleo descendieron en un 25% y un 5%, respectivamente. El peso de las energías renovables en el consumo de energía final ha crecido muy notablemente en todos los países, excepto en Noruega. Cabe resaltar los incrementos producidos en Reino Unido (1.249%) y Alemania (575%) durante el periodo considerado. No obstante, pese a que la evolución en Noruega ha sido de tan solo un 1%, cabe precisar que es el país que mayor cuota de energías renovables tiene sobre el consumo final de energía de los países analizados en el presente trabajo (60% en 2016). Reino Unido y Alemania, por su parte, partían en 1990 de porcentajes de participación de las energías renovables en el consumo final de energía prácticamente nulos; en concreto del 0,65% y del 2,1%, respectivamente. Por último, todos los países han conseguido mejoras importantes en eficiencia energética durante el periodo 1990-2016.

La transición energética está empujada por diversos factores, entre los cuales destaca la voluntad de los gobiernos plasmada en políticas regulatorias e inversión. La cantidad de recursos públicos destinados a la investigación, el desarrollo y la innovación en materia energética y de reducción de emisiones, como tecnologías de generación de energías renovables, la captura y almacenamiento de emisiones de CO_2, las baterías y otros sistemas de almacenamiento combustibles no fósiles, entre otras áreas, son un factor clave del grado de efectividad de las medidas diseñadas para facilitar la transición energética hacia un modelo económicamente sostenible.

Cuadro 3.1. Objetivos del proceso de transición energética en Suecia, Suiza, Noruega, Finlandia, Reino Unido y Alemania

Objetivo	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Emisiones (GEI)	Economía cero neta en emisiones en el horizonte 2045. Reducción de emisiones GEI de un 85%, respecto a 1990. Reducción de emisiones GEI procedentes de sectores difusos de un 63% en 2030 y de un 75% en 2040, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 50% en 2030, con respecto a 1990. Reducción de emisiones GEI de un 70% en 2050, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 40% en 2030, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 80% en 2050, respecto a 1990. Reducción de emisiones GEI por parte de los sectores difusos en un 39% en 2030, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 80% en 2050, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 80% en 2050, respecto a 1990.
Consumo procedente de fuentes de generación renovables	100% del consumo en el mercado eléctrico procedente de fuentes renovables a partir de 2040.	Producción anual media de electricidad renovable (gran hidráulica excluida): 24200 GWh (de los cuales, 11.000 GWh se corresponderían con energía solar), en 2050. Producción anual media de generación hidroeléctrica (gran hidráulica): 38600 GWh, en 2050.	67,5% del consumo energético final procedente de fuentes renovables en 2020.	Más del 50% del consumo energético final procedente de fuentes renovables en 2030.	50% del consumo eléctrico procedente de fuentes renovables en 2032.	60% del consumo energético procedente de fuentes renovables en 2050. 80% del consumo eléctrico procedente de fuentes renovables en 2050.
Eficiencia energética	Reducción de al menos un 50% en la intensidad energética para 2030 respecto a 2005.	Reducción del consumo eléctrico per cápita en un 18% en 2050 respecto a 2000. Reducción del consumo energético per cápita en un 54% en 2050 con respecto a 2000.	32,5% eficiencia energética en 2030		Mejora de la eficiencia energética en un 20%, en 2030 con respecto a 1990.	Reducción en un 50% del consumo de energía primaria en 2050, con respecto a 2008.

Fuente: Elaboración propia a partir de IEA (2013, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

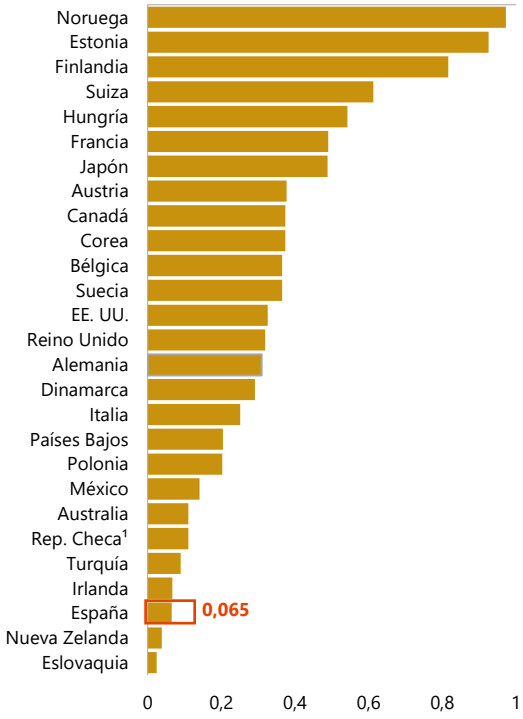
Cuadro 3.2. Evolución de las emisiones de CO_2 (1990-2017), consumo de energías renovables (1990-2016) y eficiencia energética (1990-2016) en Suecia, Suiza, Noruega, Finlandia, Reino Unido y Alemania (porcentaje)

	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Evolución emisiones CO_2 1990-2017	-29	-8	25	-20	-39	-24
Evolución cuota de energías renovables en el consumo de energía final 1990-2016	51	49	1	71	1.249	575
Mejora de la eficiencia energética 1990-2016	40	34	30	21	48	40

Fuente: Elaboración propia a partir de IEA (2013, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

El **gráfico 3.2** muestra la cantidad del presupuesto público destinada a la investigación, desarrollo y demostración en temas relacionados con la energía por países, expresada en tanto por mil del PIB en 2017. Tres de los cuatro casos seleccionados están en el top 4 de inversión sobre PIB, y los seis seleccionados superan con creces a España.

Gráfico 3.2. Fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en el área de la energía. 2017 (tanto por mil del PIB)



* Dato de 2016
Fuente: IEA (2013, 2017, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

A continuación se describe pormenorizadamente cada caso de estudio.

3.2.1. Suecia

La IEA sitúa a Suecia a la vanguardia de sus países miembros en transición energética (IEA 2019a). De acuerdo con esta institución, los pilares en los que se ha basado su transformación han sido los siguientes: i) medidas de fiscalidad medioambiental; ii) fomento de las energías renovables y iii) apuesta decidida por la investigación y el desarrollo en sistemas energéticos sostenibles.

En 2017, se emitieron en Suecia 37 millones de toneladas de CO_2 procedentes de la combustión de petróleo (70%), carbón (19%), gas natural (3%) y otros (8%), habiéndose reducido un 28% con respecto a las registradas en 1990. Esta caída en la cantidad de emisiones se debió fundamentalmente a la reducción de la combustión de carbón y petróleo; respectivamente, en un 36% y 33% durante el mencionado periodo.

La cuota de energías renovables en el consumo de energía final alcanzó el 51% en 2016, lo que supone un crecimiento de más de un 50% respecto a 1990.

La intensidad energética por unidad del PIB se situó en 4,46 MJ/PIB USD (PPA 2011) en 2016, constatándose una mejora del 40% en la eficiencia energética con respecto a 1990.

Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible

En la estrategia de política energética (*2016 Energy Agreement*[12]) que fue aprobada por el Parlamento Sueco en junio de 2018, se fijó el objetivo de conseguir una economía cero neta en emisiones para el horizonte 2045, lo que exige reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en un 85% respecto a los niveles de 1990. Para conseguirlo, se establecieron hitos más concretos en diferentes ámbitos y sectores, tales como la producción de energía 100% renovable en el mercado eléctrico a partir de 2040[13], una reducción de al menos un 50% en la intensidad energética en el periodo 2005-2030, o la disminución en un 70% de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes del sector transporte entre 2010 y 2030.

[12] 2016 Framework Agreement on Energy Policy.
[13] Se plantea el horizonte de 2040 como un objetivo y no como una fecha límite, dado que el cierre de las centrales nucleares en Suecia no responde a una decisión política como ocurre en otros países, sino estrictamente a criterios de seguridad.

Posteriormente, en la hoja de ruta de política climática (*2017 Climate Policy Framework)* se estableció el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de aplicación a los denominados sectores difusos; es decir, aquellos que no están sujetos al sistema de negociación de emisiones de la Unión Europea (EU-ETS[14]). El objetivo de la reducción se concretó en un 63% como mínimo para el año 2030 y en un 75% como mínimo para el año 2040, respecto a los niveles registrados en 1990.

Por tanto, la política energética a lo largo de las últimas décadas en Suecia ha perseguido la sostenibilidad de su sistema energético basándose fundamentalmente en la sustitución de combustibles fósiles por fuentes de energía renovables, en la medida de lo posible autóctonas, y en el incremento de la eficiencia energética. El **cuadro 3.3** recoge los principales objetivos de Suecia relacionados con la transición hacia un sistema energético sostenible.

Cuadro 3.3. Objetivos de Suecia en la transición hacia un sistema energético sostenible

	Horizonte
Economía cero neta en emisiones	2045
Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 85%	1990-2045
Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del sector transporte en un 70%	2010-2030
Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedente de sectores difusos en un 63% y en un 75%	2030 y 2050
100% energía renovable en el mercado eléctrico	2040
Reducción de la intensidad energética* en un 50%	2005-2030

* Demanda energética primaria/PIB.

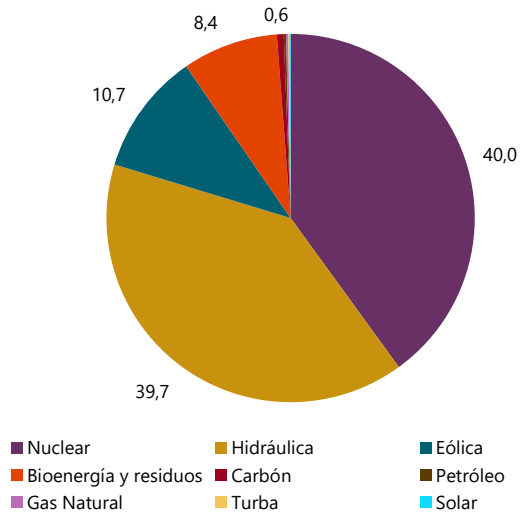
Fuente: IEA (2019a).

Sistema eléctrico

El *mix* de generación en Suecia está formado por energía nuclear e hidráulica en su mayor parte. En los últimos años, ha irrumpido con fuerza la generación eólica como consecuencia de la política de promoción de renovables llevada a cabo por el gobierno sueco. En 2018, el 57% de la generación de electricidad fue de origen renovable y libre de emisiones en un 97%. La electricidad producida a través de carbón, petróleo y gas natural representó el 3% restante, como se observa en el **gráfico 3.3**.

La integración de Suecia en el Mercado Nórdico de Electricidad conllevó la necesidad de disponer de un nivel de interconexiones suficiente con otros países integrantes en esta área común de mercado, como Noruega, Finlandia y Dinamarca. Además, Suecia se halla interconectada con Polonia, Alemania y Lituania, estando previsto incrementar su nivel de interconexión en un futuro próximo. Precisamente la capacidad de interconexión existente dota de mayor flexibilidad y seguridad al sistema eléctrico sueco a la hora de plantearse la introducción de fuentes de generación intermitentes, debido a su dependencia de las condiciones climatológicas (número de horas de sol, velocidad del viento,...). De este modo, los posibles desequilibrios entre la oferta y la demanda pueden resolverse importando o exportando electricidad a los países vecinos, en función de las circunstancias.

Gráfico 3.3. Estructura de generación de electricidad de Suecia. 2018 (porcentaje)



Fuente: IEA (2019a).

[14] European Union Emissions Trading System.

Con la potencia instalada actual, en condiciones normales, Suecia es capaz de generar una cantidad de electricidad superior a la necesaria para cubrir las necesidades de consumo de su demanda interna, incluso los picos de demanda que suelen producirse en invierno por las bajas temperaturas, por lo que exporta sistemáticamente electricidad a otros países.

Además, para garantizar el suministro, Suecia cuenta con un mecanismo de reserva, *Strategic reserve,* según el cual el Operador del Sistema[15] puede contratar, con una periodicidad anual, electricidad para su entrega durante el invierno (desde el 15 de noviembre hasta el 15 de marzo). Este sistema solo se activa una vez agotadas todas las ofertas presentadas al sistema de subasta del mercado mayorista. Las ofertas por el lado de la demanda también pueden tomarse en consideración para incrementar la competencia en el proceso de adjudicación. Este procedimiento se prevé que esté vigente hasta el año 2025, año a partir del cual será sustituido por un mecanismo basado en el mercado, en el que participarán los agentes con capacidad disponible de generación y necesidades de consumo presentando sus correspondientes ofertas y del que resultará un precio, función de la oferta y la demanda, de modo que proporcione las señales de precio adecuadas.

Asimismo, cabe tener presente que en el año 2040 las centrales nucleares habrán cumplido 60 años de funcionamiento y, por tanto, estarán próximas a su cierre. Como muestra el **gráfico 3.3**, la generación nuclear en Suecia supone alrededor de un 40% de la generación total. A diferencia de otros países, en Suecia no se ha previsto el cierre de las centrales nucleares con anterioridad al momento en que motivos de seguridad así lo aconsejen. Por otra parte, tampoco se fomenta desde el gobierno este tipo de generación. De este modo, la decisión de invertir en nuevas centrales o de mantener o cerrar las centrales existentes se deja en manos del libre mercado y dependerá de criterios de rentabilidad.

[15] Svenska Kraftnät es el Operador del Sistema sueco.

Actualmente, las centrales nucleares en Suecia se están enfrentando a dificultades económicas que ponen en riesgo su viabilidad, debido principalmente a los costes incurridos con objeto reforzar la seguridad tras el accidente de Fukushima y a la disminución del precio del mercado mayorista, como consecuencia de la creciente participación de fuentes de generación renovables, las cuales tienen costes variables muy reducidos. Con todo ello, el país debe estar preparado para integrar en el sistema eléctrico alternativas renovables a la generación nuclear en un futuro más o menos próximo.

El fomento de las energías renovables se ha llevado a cabo mediante un sistema de certificados de electricidad (*electricity certificate system)*. Se trata de uno de los primeros sistemas tecnológicamente neutrales para promover la utilización de energías renovables. El funcionamiento del mercado de certificados se explica a continuación. Los generadores eléctricos reciben un certificado por cada megavatio hora de electricidad renovable producida durante 15 años. Los comercializadores (y algunos consumidores), a su vez, necesitan adquirir certificados para cumplir con un determinado porcentaje de electricidad renovable suministrada (consumida)[16]. Los certificados se compran y se venden en un mercado cuyo precio resulta de la oferta y demanda. Para los generadores, el precio de los certificados vendidos constituye un ingreso adicional al precio de la electricidad. Los comercializadores y aquellos consumidores obligados a cumplir con los porcentajes de suministro y consumo de energía renovables deben acreditar su cumplimiento mediante la cancelación de los certificados correspondientes. El precio de los certificados se traslada como coste a la factura eléctrica, con lo que los consumidores contribuyen al desarrollo de las fuentes de generación renovable. En la estrategia de política energética *2016 Energy Agreement* se prevé incrementar los volúmenes del sistema de certificados de electricidad generada a partir de

[16] Las empresas industriales intensivas en el uso de electricidad están exentas.

fuentes de renovables hasta 2030 para cumplir con los objetivos marcados. La realidad es que durante los últimos años la demanda de electricidad no ha crecido al ritmo de la producción bajo este sistema de certificados verdes, por lo que Suecia se ha reafirmado en su posición de exportadora neta de electricidad (19 TWh en 2017).

Otras medidas para la promoción de energías renovables que han resultado efectivas han sido la designación de áreas de interés nacional para la instalación de capacidad de generación eólica y las ayudas para la producción de biogás a partir de estiércol para generar electricidad, calor o como combustible para vehículos.

En lo que respecta al mercado minorista, en Suecia se contabilizan más de 120 empresas comercializadoras que proporcionan sus servicios a alrededor de 5,4 millones de clientes. Las tres comercializadoras más grandes suministran al 40% de la totalidad de los clientes. Los precios de la electricidad para uso doméstico son relativamente moderados, siendo sus principales componentes los costes de red y los impuestos, mientras que es el segundo país de Europa con precios para uso industrial más reducidos, empatado con Finlandia y por detrás de la República Checa, con el objeto de favorecer la competitividad.

Prácticamente todos los consumidores de electricidad en Suecia tienen instalado un contador inteligente, lo cual constituye una oportunidad real de desarrollo de redes inteligentes, así como de propiciar una respuesta activa por el lado de la demanda del sector residencial. Se ha previsto la creación de un centro de datos (*Data Hub)* para explotar todo el potencial de la información disponible sobre el uso de electricidad, derivado de la lectura de los contadores.

Fiscalidad medioambiental

Suecia ha venido utilizando medidas de fiscalidad medioambiental para luchar contra los efectos del cambio climático. En particular, existe un impuesto sobre la energía y un impuesto sobre el CO_2, en vigor desde 1991, que se ha ido incrementando a lo largo del tiempo[17]. Es destacable en este sentido la positiva aceptación del impuesto sobre el CO_2 por parte de la sociedad, lo que da muestra de su elevado grado de concienciación medioambiental, aspecto que resulta sin duda clave en el grado de efectividad de las medidas.

Si bien la norma contempla exenciones para algunos sectores considerados vulnerables, como por ejemplo, la industria minera, las medidas de fiscalidad medioambiental han proporcionado los incentivos económicos necesarios para la transición energética desde combustibles fósiles a fuentes de generación alternativas y respetuosas con el medio ambiente, como los biocombustibles. En particular, se ha conseguido sustituir el uso del petróleo en los sectores residencial y comercial, así como reducirlo en el sector industrial. El sector del transporte, sin embargo, responsable de la mayor cantidad de emisiones de CO_2, sigue teniendo un gran potencial de reducción.

Junto con las medidas de fiscalidad medioambiental, se diseñó un programa para fomentar inversiones en fuentes de generación renovables y otras tecnologías que consiguieran reducir emisiones contaminantes (*Climate Leap investment programme)*. Con fondos de este programa se ha financiado, por ejemplo, la instalación de puntos de recarga promovidos por ayuntamientos, empresas energéticas, asociaciones de vecinos, etc.

Transporte

En el *2016 Energy Agreement* se establece como objetivo la reducción de emisiones contaminantes procedentes del sector transporte en un 70% entre 2010 y 2030. Las principales medidas adoptadas para conseguirlo son la obligatoriedad de reducción de emisiones para los proveedores de gasolina y diésel mediante el aumento progresivo de biocombustibles en

[17] El impuesto sobre el CO_2 ha aumentado en un 360% desde que se introdujo en 1991, situándose en el año 2018 en 140 dólares USA por tonelada.

la mezcla de combustible suministrada y el sistema *bonus-malus* para fomentar la adquisición de nuevos vehículos de bajas emisiones. El sistema *bonus-malus* consiste en que los vehículos de bajas emisiones se benefician de una subvención en la compra y a los de altas emisiones se les aplica un impuesto sobre CO_2 más elevado (dos tramos de impuesto en función de la cantidad de emisiones del vehículo). Ambas medidas se implantaron en 2018. Además, se ha propuesto la prohibición de venta de vehículos nuevos que utilicen combustibles fósiles a partir de 2030 y, en algunas grandes ciudades como Estocolmo y Gotemburgo, se fomenta la sustitución de los impuestos que gravan el uso de un determinado combustible por otros en los que se grave la distancia recorrida, con un fin principalmente recaudatorio, dado que en el primer caso se espera que los ingresos disminuyan a medida que lo haga la movilidad eléctrica.

Suecia es líder en la utilización de biocombustibles en el sector del transporte, fundamentalmente de biodiesel importado. En buena medida, ocupa esta posición como consecuencia de la obligatoriedad de reducción de emisiones por parte de los proveedores de gasolina y diésel y de los mayores costes impuestos por la ley denominada *Pump Act* a las estaciones de servicio que no garanticen un incremento del uso de combustibles renovables.

Paralelamente, el gobierno subvenciona la compra de autobuses, bicicletas, ciclomotores y motores de barco eléctricos así como la instalación de puntos de carga (privados y públicos). Actualmente, sin embargo, la mayoría de los puntos de carga existentes se encuentra en hogares. La electrificación del sector transporte requiere de inversiones en nuevas infraestructuras con el objeto de crear una red pública de puntos de carga que facilite la realización de viajes largos y genere una mayor confianza en los ciudadanos en relación al vehículo eléctrico. En el año 2018, el 7,2% de las ventas de vehículos nuevos en Suecia se correspondió con vehículos eléctricos, convirtiéndose en el tercer país de Europa en el que más vehículos se vendieron durante ese año, tras Noruega e Islandia.

Eficiencia energética

En lo que respecta a la eficiencia energética, Suecia está en el camino de conseguir la reducción de la intensidad energética en un 50% en el año 2030 con respecto a los niveles de 2005. De hecho, con un consumo energético prácticamente estable durante el periodo que media entre el 2008 y el 2017, el producto interior bruto se ha incrementado en un 18%. El **cuadro 3.4** muestra la intensidad energética del sector industrial, el sector servicios y el sector residencial en 2000 y en 2017, con el objeto de analizar su evolución a lo largo del periodo. Como puede observarse, se constata una mejora de la eficiencia energética en los tres sectores.

Cuadro 3.4. Intensidad energética en Suecia. 2000 y 2017 (MJ/PIB dólares PPA [paridad del poder adquisitivo] de 2011)

	Sector industrial	Sector servicios	Sector residencial
2000	11,26	0,83	0,85
2017	7,53	0,58	0,53
Variación (2000-2017)	-33%	-30%	-38%

Fuente: IEA (2019a).

Por medio del establecimiento de impuestos sobre la energía y el CO_2, junto con el comercio europeo de emisiones contaminantes (EU-ETS), las empresas, los ayuntamientos y los individuos han encontrado incentivos económicos para invertir en soluciones más sostenibles, bien en la adquisición de nuevas fuente de generación, instalaciones, dispositivos o materiales de construcción, bien en la sustitución o reforma de los existentes.

Un aspecto clave para alcanzar el objetivo de la descarbonización de la economía en Suecia es el relativo a la eficiencia energética en edificios. En este sentido, se exige el cumplimiento de unos estándares de rendimiento energético para los edificios nuevos. Con respecto a los

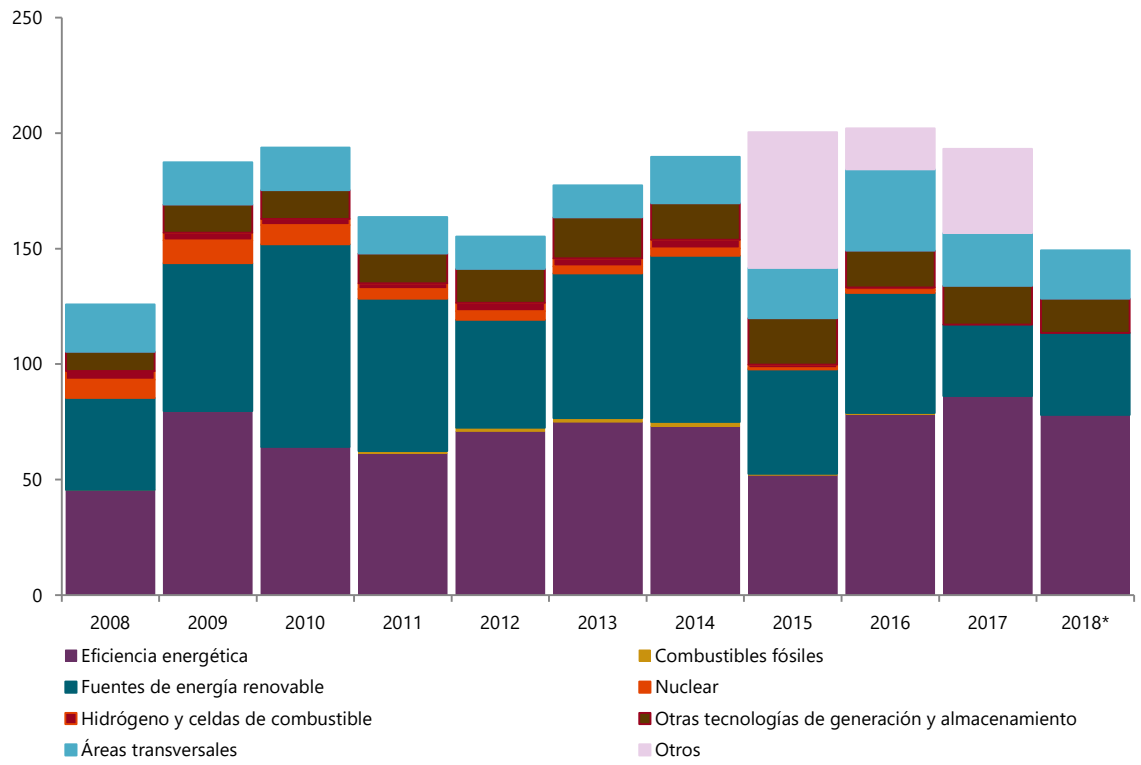
edificios ya construidos, los sistemas de calefacción urbana que utilizaban mayoritariamente petróleo en la década de los 70 han ido progresivamente sustituyéndolo por combustibles derivados de la biomasa y los residuos, debido a la imposición fiscal sobre las emisiones de CO_2.

Investigación, desarrollo e innovación

Suecia ocupa el undécimo lugar en el *ranking* de inversión de fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en el área de la energía, dedicando el 0,35 por mil de su PIB (gráfico 3.2). El país entiende necesario destinar fondos públicos para sufragar la investigación, desarrollo e innovación en materia energética en línea con los objetivos de cambio climático, eficiencia energética y oportunidades económicas. Las principales áreas de investigación son la eficiencia energética, las fuentes de generación renovables y, en particular, el hidrógeno o la celda de combustibles, la energía nuclear y las tecnologías de almacenamiento.

Los programas de investigación, desarrollo e innovación se centran en aspectos de desarrollo tecnológico, nuevas infraestructuras y nuevos modelos de negocio para alcanzar efectos positivos de forma global. Se fomenta asimismo la participación de todos los agentes involucrados (institutos de investigación, empresas, consumidores y políticos responsables en materia de toma de decisiones y/o de regulación), así como la cooperación internacional. El **gráfico 3.4** muestra la evolución de los fondos públicos destinados a investigación desarrollo y demostración en materia energética en Suecia, desagregados por área, durante el periodo 2008-2018.

Gráfico 3.4. Fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en energía en Suecia por tema. 2008-2018 (millones de dólares PPA de 2018)



* Dato estimado.
Fuente: IEA (2019a).

3.2.2. Suiza

El paquete de medidas de política energética para avanzar en la transición hacia una economía baja en emisiones se recoge en la denominada Energy *Strategy 2050*. La estrategia energética se basa en los pilares siguientes: i) desmantelamiento de las centrales nucleares; ii) reducción del consumo energético; iii) reducción de emisiones contaminantes per cápita; iv) promoción de energías renovables y (v) eficiencia energética.

En 2017, se emitieron en Suiza 37 millones de toneladas de CO_2 procedentes de la combustión de petróleo (70%), carbón (19%) y otros (11%), habiéndose reducido un 8% con respecto a las emisiones registradas en 1990. Durante el periodo 1990-2017, se produjo una reducción del 27% de la cantidad de emisiones de CO_2 procedentes del petróleo en un 27% y un incremento del 43% de las emisiones de CO_2 procedentes de gas natural en un 43%.

La cuota de energías renovables en el consumo de energía final alcanzó el 25% en 2016, lo que supone un crecimiento de un 49% respecto a 1990.

La intensidad energética por unidad del PIB se situó en 2,08 MJ/PIB dólares PPA de 2011 en 2016, constatándose una mejora del 34% en la eficiencia energética con respecto a 1990.

Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible

El **cuadro 3.5** muestra los principales objetivos de Suiza en el proceso de transición energética asociados a sus correspondientes horizontes temporales. Los objetivos intermedios con horizonte temporal 2035 se fijaron en la Ley energética (*Energy Law)*, mientras que los objetivos para 2050 se derivan de la estrategia energética ES 2050, con la excepción del objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el cual se incluyó en el paquete de política climática que publicó el gobierno en diciembre de 2017. Tanto la ley energética como la estrategia energética 2050 entraron en vigor en enero de 2018.

El objetivo de Suiza para avanzar en la transición hacia un sistema energético bajo en emisiones se ha fijado en una reducción de un 50% con respecto a los niveles del año 1990 para el año 2030 y en una reducción de entre un 70 y un 85% para el año 2050. Si bien se diseñó un mercado de emisiones contaminantes suizo propio (ETS), este no creó los incentivos económicos suficientes para conseguir la pretendida reducción de emisiones. En el año 2017, se firmó un acuerdo entre Suiza y la Unión Europea para unir sus mercados, unión que se hará efectiva en el año 2020.

Probablemente el mayor desafío de la transición energética en Suiza es el derivado de la decisión firme del cierre de centrales nucleares, una vez se haya cumplido el periodo de su vida operativa, dado que la generación nuclear proporciona en torno al 34% de la electricidad consumida en el país.

Suiza tiene una estructura federal formada por 26 cantones. Con base en el principio de subsidiariedad, la Confederación es responsable de los objetivos de reducción de emisiones, pero el establecimiento y la ejecución de las políticas energéticas, que no siempre están alineadas con los objetivos nacionales, se lleva a cabo a nivel de los cantones.

Cuadro 3.5. Objetivos de Suiza en la transición hacia un sistema energético sostenible.

	Horizonte
Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 50% con respecto a 1990	2030
Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 70-85% con respecto a 1990	2050
Reducción del consumo eléctrico per cápita en un 18% con respecto a 2000	2050
Reducción del consumo energético per cápita en un 54% con respecto a 2000	2050
Producción anual media de electricidad renovable (gran hidráulica excluida): 11400 GWh	2035
Producción anual media de electricidad renovable (gran hidráulica excluida): 24200 GWh (de los cuales, 11.000 GWh se corres-ponderían con energía solar).	2050
Producción anual media de generación hidroeléctrica (gran hidráulica): 37.400 GWh	2035
Producción anual media de generación hidroeléctrica (gran hidráulica): 38.600 GWh	2050
80% de los consumidores tengan instalado un contador inteligente	2030

Fuente: Confédération Suisse (2018) e IEA (2018b).

Sistema eléctrico

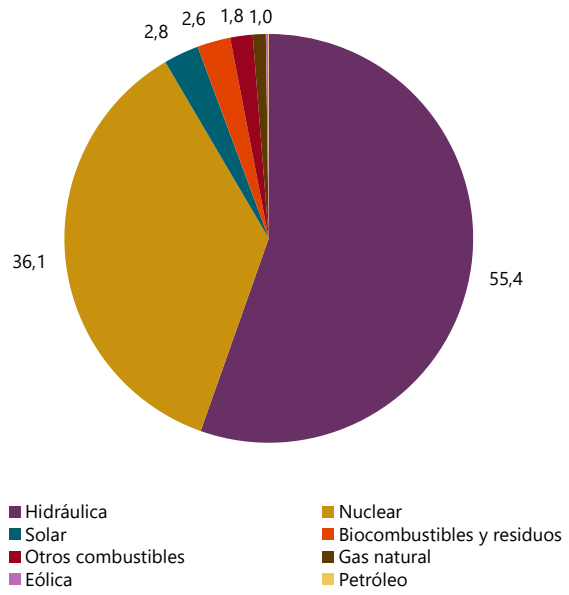
Como puede observarse en el **gráfico 3.5**, la estructura de generación en Suiza en el año 2018 está formada principalmente por generación hidroeléctrica (55%) y nuclear (36%). En mucha menor medida, también se generó electricidad a partir de energía solar (2,8%), bioenergía y residuos (2,6%), otros combustibles (1,8%), gas natural (1%) y petróleo (0,1%).

Actualmente, Suiza posee una potencia instalada suficiente para cubrir sus picos de demanda y además genera un excedente que le permite ser un país exportador neto la mayoría de los años. Suele exportar en verano e importar en invierno, estación durante la cual los embalses se encuentran en niveles bajos.

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, las centrales nucleares no podrán funcionar en Suiza más allá de su vida operativa y el cierre de la última central tendrá lugar a mediados de la década de 2030. Además, en la estrategia energética 2050 se establece explícitamente la prohibición de construir nuevas centrales nucleares.

En la propia estrategia energética 2050 se apunta a la inversión en nueva capacidad instalada hidroeléctrica como parte de la solución para sustituir la generación nuclear, junto con la incorporación de energías renovables, las importaciones y la eficiencia energética. No obstante, los precios de la electricidad actuales podrían no ser suficientes para cubrir los costes de la generación hidráulica, teniendo en cuenta los cánones de municipios y cantones por la utilización de sus aguas. Así, la seguridad de suministro pasa por la revisión de los *royalties* por el uso del agua en una negociación entre todos los agentes implicados, máxime cuando todos los combustibles fósiles que se utilizan para generar electricidad en Suiza son importados.

Gráfico 3.5. Estructura de la generación de electricidad en Suiza. 2018 (porcentaje)



Fuente: IEA (2018b).

El cierre de las centrales nucleares supondrá una reducción de potencia instalada de algo más de 20.000.000 MW. La potencia instalada en fuentes de generación renovable no hidráulica ascendió a 3.781.000 MW en 2018, por lo que el gobierno suizo necesita considerar otros tipos de energía, preferiblemente que no emitan CO_2, para poder mantener el sistema eléctrico prácticamente libre de emisiones contaminantes. Sin poder descartar ninguna fuente de generación, el gobierno apuesta por la generación hidroeléctrica, la generación a través de centrales de ciclo combinado y las importaciones de electricidad a otros países.

Pese a que Suiza no pertenece a la Unión Europea, sin embargo, el nivel de interconexión con sus países vecinos es muy elevado[18]. La flexibilidad de la generación hidráulica y la posibilidad de almacenar agua para ser bombeada cuando sea necesario o cuando los precios así lo aconsejen puede contribuir positivamente a la gestión de la seguridad de suministro no solo en Suiza sino también en los países europeos donde las energías renovables, cuya producción es intermitente, están adquiriendo un peso creciente. Además, contribuye a la estabilidad de la red de la Unión Europea ofreciendo servicios de regulación. El objetivo del gobierno es liberalizar completamente el mercado de electricidad a partir de 2020. Paralelamente se trabaja para alcanzar un acuerdo con la Unión Europea en materia energética cuyo alcance excede de cuestiones meramente técnicas.

La apuesta por la energía hidroeléctrica se acompaña de ayudas directas a la inversión para la ampliación de capacidad instalada o para la renovación de las instalaciones existentes, con el fin de evitar que no procedan al cierre, dados los reducidos precios del mercado. La estrategia energética 2050 estableció una prima para las grandes centrales hidráulicas que será de aplicación hasta el año 2022.

En la promoción de las energías renovables distintas a la energía hidroeléctrica se modificó el diseño del sistema de primas, pasando de una remuneración para los generadores basada en la obtención de un rendimiento suficiente para cubrir los costes de generación e independiente del precio de mercado de la electricidad (*cost-covering feed-in remuneration or feed-in tariff)* a un sistema por el que el precio a recibir por los generadores resulta de añadir una prima al precio de la electricidad (*feed-in premium)*. Los generadores beneficiarios de esta remuneración son los responsables de buscar compradores para la electricidad que producen. Se espera de este modo que las cantidades de producción subvencionada resulten más acordes con la demanda. Se establece un límite temporal para la aplicación de las primas que se concreta en los contratos firmados a finales de 2022, mientras que no se concederán ayudas para la inversión en energías renovables más allá de 2030.

Otras medidas incluidas en la estrategia energética ES 50 se destinan a acortar y racionalizar el procedimiento de autorización de nuevos puntos de conexión a la red para la integración y expansión de las energías renovables. Todas estas medidas son sufragadas a través de la factura eléctrica, lo que ha supuesto un incremento de los costes de la red para los consumidores en concepto de la promoción de energías renovables.

La energía solar está llamada a desempeñar el papel más importante de las energías renovables tras la hidroeléctrica. La estrategia energética 2050 apoya el crecimiento de la energía solar en Suiza mediante el desarrollo de nueva normativa aplicable a los *prosumidores*, a las microrredes compartidas por varios consumidores y a la generación distribuida, de modo que la electricidad vertida a la red por parte de los *prosumidores* sea convenientemente remunerada a precios de mercado y que todos los usuarios de la red contribuyan a su mantenimiento, en función de su uso.

[18] Actualmente, existen alrededor de 40 líneas de interconexión que suman una capacidad de interconexión disponible de 9 GW (capacidad física de 21 GW).

Asimismo, se fomenta el desarrollo de la energía eólica a través del establecimiento de primas relativamente elevadas así como la publicación de mapas de potencial eólico, por cuanto se espera que contribuya a la seguridad de suministro sobre todo en invierno. Sin embargo, la expansión de este tipo de generación encuentra una importante limitación en la escasa aceptación social de los parques eólicos, por lo que la viabilidad de las nuevas instalaciones queda en entredicho.

A diferencia de los grandes consumidores que pueden elegir comercializador, los consumidores pequeños son clientes cautivos, con la excepción de los que pueden negociar electricidad entre sí por estar conectados a la misma red de distribución. La mayoría de las empresas eléctricas son de propiedad pública, de los cantones (65%) o de los municipios (28%). El segmento de las empresas distribuidoras presenta una elevada fragmentación (más de 600 en la actualidad).

Se espera tener instalados contadores inteligentes en el 80% de los puntos de consumo para el año 2027.

Fiscalidad medioambiental

Bajo el marco de la Ley del CO_2[19], la medida de política energética clave para avanzar en la transición hacia una economía baja en emisiones es el impuesto sobre emisiones de CO_2 de combustibles estacionarios como el petróleo para calefacción, el gas natural o el carbón. Este impuesto ha resultado efectivo en el segmento de pequeñas y medianas empresas industriales, las cuales se han comprometido a reducir notablemente el nivel de sus emisiones para quedar exentas del mismo, mediante los denominados *target agreements*. Sobre la base de estos acuerdos, pueden acordar con el gobierno sus propios objetivos de reducción de emisiones. Si cumplen los objetivos, quedarán exentas del impuesto, pero en caso contrario, deberán abonar el pago de una multa de importe considerable para desincentivar el incumplimiento. Otras empresas, fundamentalmente del sector servicios, que *a priori* no aparecen en el listado de empresas que pueden acogerse a esta medida, tienen la posibilidad de hacerlo de forma voluntaria y, en el caso que consigan una reducción de emisiones superior a la comprometida o acordada, les son concedidos los correspondientes certificados. Estos certificados podrán ser vendidos a los importadores de combustibles en el marco del programa de compensación que se explica en el apartado siguiente.

El impuesto sobre el CO_2 es un impuesto finalista, destinado a financiar un programa de reforma de edificios para mejorar su estructura y la sustitución de los sistemas de calefacción que utilicen petróleo como combustible, que estará vigente como mínimo hasta 2025. Otra característica destacable de esta medida es su flexibilidad, en el sentido que puede incrementarse en el caso que el país prevea la imposibilidad de cumplir con los objetivos de disminución de emisiones a los que se hubiera comprometido. Sin embargo, la efectividad del impuesto se ve limitada por el hecho que las empresas grandes, sometidas al sistema de negociación de emisiones (ETS) suizo, y el sector del transporte quedan exentos del mismo.

Transporte

El sector del transporte es el que más energía consume y el responsable de la mayor cantidad de emisiones contaminantes. Las medidas de política energética planteadas a nivel federal para mitigar las emisiones han sido principalmente el establecimiento de unos niveles máximos de emisiones, en media, por parte de los vehículos nuevos, el cambio progresivo del transporte de mercancías desde la carretera al ferrocarril y un programa de obligación de compensación de emisiones introducido en el año 2013, al que están sujetos los importadores de combustibles. La primera medida no ha

[19] Una propuesta de reforma de la Ley del CO_2 con objetivos más ambiciosos es objeto de debate actualmente en el Senado suizo. Disponible en: https://www.swissinfo.ch/eng/climate-debate_politicians-take-another-stab-at-new-carbon-law/45250190, último acceso: septiembre 2019.

tenido el resultado esperado por lo que las multas asociadas a su incumplimiento no parecen haber sido suficiente incentivo económico. El desarrollo de la infraestructura necesaria para facilitar el transporte de mercancías a través del ferrocarril ha sido financiado por un fondo especialmente destinado a ello, cuyos recursos proceden de una tasa que se aplica a los vehículos pesados en base a la distancia recorrida por carretera y del impuesto sobre hidrocarburos. En cuanto al programa de compensación, en muchos casos, la reducción se ha logrado mediante la adquisición de biocombustibles. Efectivamente, la adopción de biocombustibles en Suiza se ha debido en gran medida a la obligación de compensación, en base a la cual los importadores de combustible deben compensar un porcentaje de las emisiones anuales de CO_2 procedentes del uso de combustibles fósiles. Dicha compensación se incrementa automáticamente por parte del gobierno si no se cumplen los objetivos de reducción de emisiones intermedios. Bajo la ley del CO_2 en vigor, únicamente computan para su compensación los certificados del mismo año correspondientes a medidas en el interior del país. Sin embargo, la utilización de certificados internacionales constituye una de las propuestas de reforma en la nueva ley.

En Suiza, las ventas de vehículos eléctricos en 2017 experimentaron un crecimiento del 40% con respecto al registro del año anterior. Sin embargo, únicamente representaron el 1,6% del total de vehículos vendidos. La red actual existente de puntos de recarga para vehículos eléctricos responde a la iniciativa privada. El gobierno presentó en diciembre de 2018 una hoja de ruta para la movilidad eléctrica, en base a la cual se espera alcanzar un porcentaje de coches eléctricos e híbridos en Suiza del 15% en el año 2022.

Eficiencia energética

Las medidas encaminadas a conseguir una mayor eficiencia energética se dirigen a los sectores industrial, transporte y de la construcción.

El **cuadro 3.6** muestra la intensidad energética del sector industrial, el sector servicios y el sector residencial en 2000 y en 2017, con el objeto de analizar su evolución a lo largo del periodo. Como puede observarse, se constata una mejora de la eficiencia energética en los sectores industrial y servicios pero un empeoramiento en el sector residencial. Concretamente, se registran mejoras de un 36% en el sector industrial y de un 25% en el sector servicios, pero un retroceso de un 25% en el sector residencial.

Cuadro 3.6. Intensidad energética en Suiza. 2000 y 2017 (MJ/PIB dólares PPA de 2011)

	Sector industrial	Sector servicios	Sector residencial
2000	2,4	0,7	0,6
2017	1,6	0,5	0,8
Variación (2000-2017)	-36%	-25%	25%

Fuente: IEA (2018b)

Las principales medidas implementadas para fomentar la mejora de la eficiencia energética en las empresas son, por un lado, los acuerdos vinculantes de objetivos de mejora de eficiencia energética suscritos por empresas intensivas en energía y el gobierno de los cantones. Por otro lado, las licitaciones de eficiencia eléctrica, por medio de las cuales se presentan proyectos con una duración mínima de 5 años que plantean mejoras en la eficiencia energética por medio de la reducción de la electricidad producida por unidad monetaria invertida, la reducción de las pérdidas en la transformación de la energía o en los propios procesos de generación (por ejemplo, utilizando el calor residual) o distribución.

En el sector transporte, el impuesto de matriculación de los vehículos discrimina por nivel de eficiencia, de modo que los eléctricos, híbridos, de gas natural o los que pertenezcan a determinadas categorías de eficiencia energética se benefician de una deducción.

En la estrategia energética 2050 se han endurecido los requisitos de certificación energética en los electrodomésticos y se han ampliado los incentivos fiscales para la reforma de edificios. Una medida clave a nivel federal en el sector de la construcción fue el impuesto sobre el petróleo y el gas natural para calefacción, que pretendía crear el incentivo para sustituir estos combustibles por otros más bajos en emisiones. También se prevé un incremento automático del nivel del impuesto en el caso que las emisiones registradas se desviaran de su senda de cumplimiento del objetivo planteado, lo cual dota a la medida de una importante flexibilidad. La medida tiene dos limitaciones importantes debido al elevado porcentaje de viviendas que están en régimen de alquiler en Suiza (aproximadamente un 60%) y a la exención del sector transporte.

En la reforma de la Ley de CO_2 se propone aumentar el nivel del impuesto a más del doble de su nivel actual, con lo que se espera incrementar su efectividad. Otra de las medidas propuestas en la reforma de la Ley es la obligatoriedad de aprovechar la sustitución del sistema de calefacción que utilice combustibles fósiles para generar un determinado porcentaje de energía a partir de fuentes renovables o de convertir el edificio en uno de eficiencia energética.

Se fomenta asimismo la utilización de la biomasa como combustible para los sistemas de calefacción, por lo que se espera un papel más activo de esta fuente de generación en los próximos años, si bien su aportación estará limitada a la disponibilidad de materia prima.

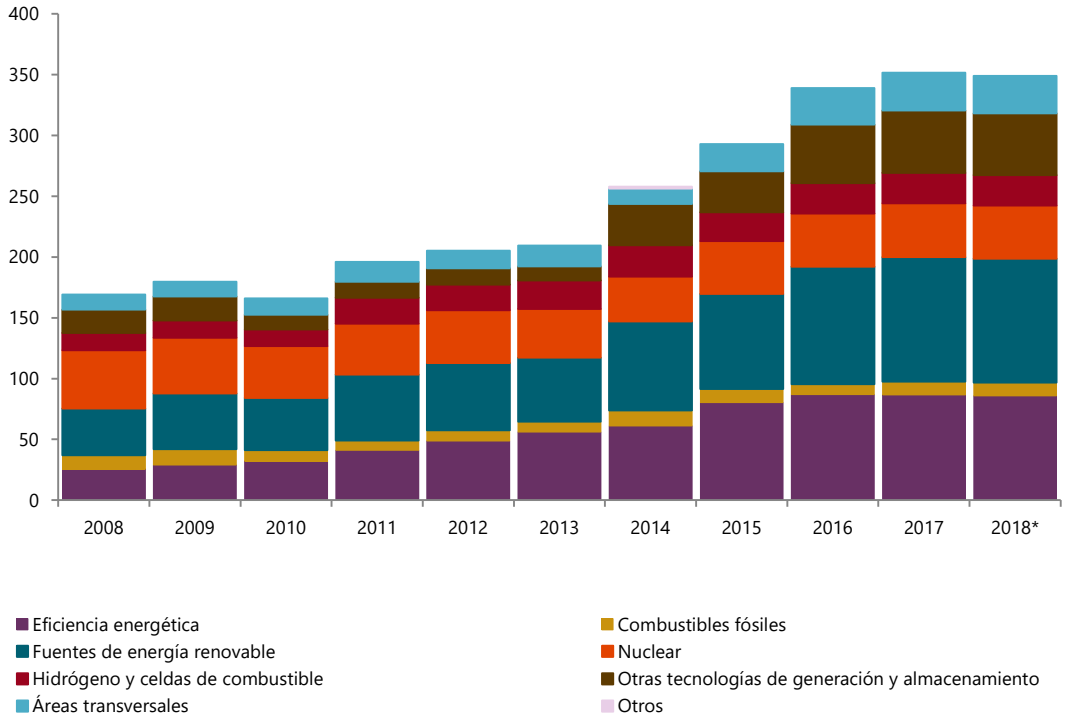
La recaudación del impuesto sobre el CO_2 se ha destinado en parte a financiar el programa de renovación de edificios, el cual es una iniciativa conjunta del gobierno federal y los cantones dirigida al fomento de inversiones para la modernización y mejora de la eficiencia energética de los edificios.

Investigación, desarrollo e innovación.

Suiza ocupa el cuarto lugar en el *ranking* de inversión de fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en el área de la energía, dedicando algo más del 0,6 por mil de su PIB (gráfico 3.2).

Los grupos de investigación presentan sus propuestas sobre investigación, desarrollo e innovación en materia energética en las convocatorias públicas en concurrencia competitiva. Las áreas prioritarias de investigación son las siguientes: i) el proceso de desmantelamiento de las centrales nucleares y el almacenamiento de los residuos nucleares; ii) las energías renovables y, en particular, el hidrógeno y la celda de combustible; iii) la movilidad eléctrica; iv) la eficiencia energética; v) las redes inteligentes; vi) la generación distribuida; vii) la digitalización del sector eléctrico y viii) la gestión de los datos. El **gráfico 3.6** muestra la evolución de los fondos públicos destinados a investigación desarrollo y demostración en materia energética en Suiza, desagregados por tema, durante el periodo 2008-2018.

Gráfico 3.6. Fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en energía en Suiza por tema. 2008-2018 (millones de dólares PPA de 2018)



* Dato estimado.
Fuente: IEA (2018b)

3.2.3 Noruega

Pese a que Noruega es un importante productor de gas y petróleo (el principal proveedor de gas en Europa), sin embargo, se muestra bastante activo en la lucha contra el cambio climático a nivel global, haciendo gala además de la elevada conciencia ambiental de la sociedad noruega. El gas y el petróleo son sectores clave, dada su probada capacidad de generar riqueza y empleo. Para salvar la paradoja, algunas voces argumentan que la utilización del gas o el petróleo como combustible contribuye actualmente -como solución más o menos transitoria- a la seguridad de suministro en muchos países inmersos en el proceso de transformación energética.

Noruega es uno de los países integrantes del *Nord Pool*, el mercado eléctrico mayorista en el que se integran asimismo Suecia, Finlandia, Dinamarca, Estonia, Lituania y Letonia. El nivel de interconexiones dentro de esta área común de mercado así como con otros países como Holanda es muy elevado.

En 2017, se emitieron en Noruega 35 millones de toneladas de CO_2 procedentes principalmente de la combustión de petróleo (51%), carbón (8%) y gas natural (3%), habiéndose incrementado un 25% con respecto a las registradas en 1990. Este incremento se debe a las emisiones procedentes de la combustión de gas natural, que han pasado de 5 millones de toneladas de CO_2 en 1990 a 13 millones de toneladas de CO_2 en 2017. Las emisiones procedentes del petróleo y del carbón se han reducido en un 5% y en un 25%, respectivamente.

La cuota de energías renovables en el consumo de energía final alcanzó el 59% en 2016, manteniéndose en un nivel similar al de 1990.

La intensidad energética por unidad del PIB se situó en 3,4 MJ/PIB dólares PPA de 2011 en 2016, constatándose una mejora del 30% en la eficiencia energética con respecto a 1990.

Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible

En Noruega, el uso de electricidad está muy generalizado, por ejemplo, en la calefacción de los edificios. Habida cuenta de que la mayor parte de la potencia instalada en el país es hidroeléctrica, es un hecho que Noruega tiene una economía baja en emisiones. Actualmente, los esfuerzos para la consecución de los objetivos de reducción de emisiones se centran en los sectores industriales y de transporte.

Los objetivos de Noruega para avanzar en la transición hacia la sostenibilidad de su sistema energético se muestran en el **cuadro 3.7**. El gobierno noruego se ha comprometido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 40% en 2030, con respecto a los niveles registrados en 1990, así como a conseguir la neutralidad de carbono en ese mismo año. Para ello, se servirá del mecanismo de negociación de permisos de emisiones contaminantes europeos (EU-ETS) y de la cooperación internacional en proyectos para educir emisiones a nivel internacional. Para acreditar el cumplimiento de este segundo objetivo, Noruega hará uso de los denominados bonos de carbono internacionales (*international carbon credits)*.

La estrategia en materia energética, los objetivos asumidos en la lucha contra el cambio climático y las medidas políticas necesarias para alcanzarlos se resumen en el Libro Blanco *Power for Change –An energy policy towards 2030* (MPE, 2016).

Cuadro 3.7. Objetivos de Noruega en la transición hacia un sistema energético sostenible

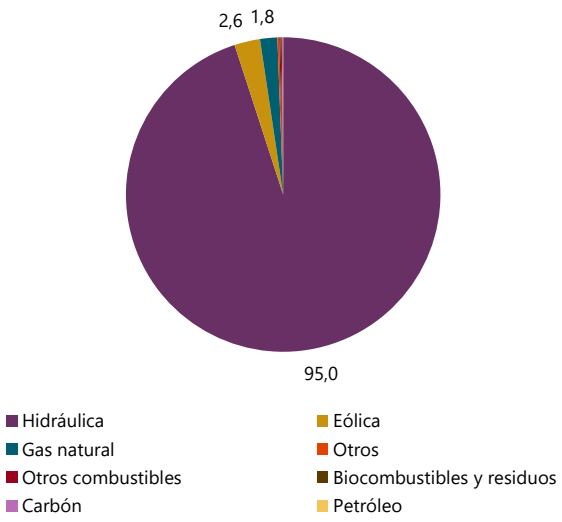
	Horizonte
Sociedad baja en emisiones	2050
Compromiso de neutralidad de carbono (teniendo en cuenta su contribución a la reducción de emisiones fuera del país)	2030
Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en un 40% respecto a 1990	2030
67,5% de la generación para el consumo final bruto de energía debe ser renovable	2020
43% de la generación para usos de calefacción debe ser renovable	2020
114% de la generación de electricidad debe ser renovable	2020
10% de la generación energética para usos de transporte debe ser renovable	2020
32,5% de eficiencia energética	2030

Fuente: IEA (2017)

Sistema eléctrico

Noruega tiene el mayor porcentaje de electricidad en el consumo final de energía de todos los países integrantes en la Agencia Internacional de la Energía (46% en 2017). La generación de electricidad en Noruega ascendió a 147 TWh en 2018. El **gráfico 3.7** muestra la estructura de generación. La producción hidroeléctrica contribuyó en un 95% a la generación total, mientras que el 5% restante se distribuyó entre energía eólica (3%), térmica (1,8%) y otros (0,2%).

Gráfico 3.7. Estructura de la generación de electricidad en Noruega. 2018 (porcentaje)



Fuente: IEA (2017)

Aproximadamente el 60% de la capacidad hidráulica de Noruega procede de agua embalsada, por lo que puede pasar a producir electricidad rápidamente cuando resulte necesario. Históricamente, este potencial de energía hidráulica "almacenada" a través del agua embalsada ha permitido seguir produciendo electricidad incluso durante los meses del año de baja pluviometría. Con el grado de interconexión actual entre los países que forman parte del Nord Pool y las nuevas interconexiones previstas, otros países del entorno y, particularmente los que forman parte del mercado nórdico pueden beneficiarse de esta flexibilidad.

La rentabilidad de los generadores hidroeléctricos se ha visto mermada en los últimos años debido a la reducción de los precios del *pool* unido a los impuestos relativamente altos sobre este tipo de generación, hecho que puede desincentivar la inversión en nuevas instalaciones y el mantenimiento de las existentes.

Las reservas de agua embalsada y el grado de interconexión con el resto de sus países vecinos aportan al Nord Pool una capacidad de generación eminentemente flexible, de coste reducido y cero emisiones. Noruega puede jugar un papel muy relevante aprovechando esta flexibilidad para producir y exportar electricidad en los momentos de escasez de generación en los países de su entorno, los cuales han diversificado su *mix* de generación incluyendo fuentes renovables típicamente intermitentes y podrían requerir una capacidad de generación de reserva para garantizar la seguridad del suministro.

Al igual que en Suecia, en Noruega se utiliza el sistema de certificados de electricidad y las cuotas de electricidad renovable de obligado cumplimiento que afecta tanto a generadores como a consumidores. Este sistema se ha demostrado efectivo para impulsar la utilización de energías renovables. Sin embargo, de acuerdo con el Libro Blanco de Política Energética (2016), no se emitirán certificados más allá de 2020. La justificación para ello es doble: actualmente, el *mix* de generación en Noruega es ya prácticamente 100% renovable y las tecnologías de generación renovable son ya prácticamente competitivas por lo que no se requerirá incentivos económicos adicionales a los que ofrece el libre mercado para impulsar o fomentar su uso.

Noruega dispone de un importante potencial eólico, tanto en tierra firme como en alta mar. El gobierno se prepara para abrir diferentes áreas en alta mar en las que podrán presentarse solicitudes de licencia para la instalación de parques eólicos, tanto de energía eólica flotante como de fondo fijo. Sin embargo, la energía eólica no es enteramente competitiva en la actualidad en Noruega, dados los precios de electricidad del mercado mayorista, por lo que su desarrollo fronteras adentro está condicionado a que se prorrogue el sistema de certificados de electricidad a partir de 2021 o bien se establezcan nuevas medidas de promoción de centrales de este tipo de tecnologías.

Desde principios de 2019 todos los consumidores de electricidad disponen de un contador inteligente.

Fiscalidad medioambiental

El impuesto sobre el CO_2, de aplicación a los sectores del petróleo, gas, transporte y calefacción fue introducido en Noruega en el año 1991. Las industrias intensivas en energía quedaron exentas del impuesto para evitar la fuga de carbono que podría producirse con motivo de los costes derivados de las políticas climáticas.

A lo largo de los años, la existencia del impuesto ha motivado la adopción de captura y almacenamiento de CO_2 en las industrias de petróleo en alta mar y de gas (concretamente, en los campos de Sleipner y Snøhvit), la electrificación de algunos procesos y el aumento de la eficiencia energética.

En el sector del transporte, la medida también ha resultado efectiva, suponiendo un incentivo para la adquisición de vehículos eléctricos o de bajas emisiones.

El impuesto sobre el CO_2 grava el 30% de las emisiones en Noruega. Otro 50% corresponde a las emisiones vertidas por los sectores sujetos al mecanismo de negociación de emisiones europeo (EU-ETS).

Transporte y movilidad

Durante el año 2018, en Noruega se vendió un vehículo eléctrico casi cada segundo. Sin embargo, el porcentaje de vehículos eléctricos nuevos sobre el total de los registrados ascendió al 31,2% y, considerando los vehículos híbridos, el porcentaje sube hasta el 49%.

El vehículo eléctrico constituye una opción atractiva en un país donde la generación de electricidad se produce prácticamente libre de emisiones. Por ello, Noruega ha puesto en marcha una batería de medidas que actúan como incentivos para promover la adquisición y utilización de los vehículos eléctricos. Entre estas medidas destacan exenciones fiscales, exenciones del pago del peaje en las autopistas, el uso del carril bus o el aparcamiento gratuito para los propietarios de este tipo de vehículos así como la inversión en infraestructuras.

Otra medida que ha conducido a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en Noruega ha sido la obligación de vender un determinado porcentaje de biocombustibles líquidos para el transporte de carretera que ha ido incrementándose con el tiempo hasta situarse en un 20% a partir de 2020. Solo una pequeña parte de los biocombustibles líquidos se producen en Noruega.

Eficiencia energética

La empresa estatal Enova otorga ayudas para fomentar inversiones en eficiencia energética y energías renovables en todos los sectores. Asimismo, ofrece asesoramiento tecnológico y energético a empresas y consumidores.

Noruega tiene una larga tradición en la certificación energética de los edificios. Desde mediados del siglo XX, los edificios deben dotarse de un aislamiento eficaz en paredes, suelo y techo como medio para garantizar la eficiencia térmica de los mismos. Con el tiempo, los requisitos han ido endureciéndose y, a partir de 2016, se exige dotar a los edificios de condiciones de climatización pasiva y están prohibidos los sistemas de calefacción de combustibles fósiles en los nuevos edificios.

Entre otras, desde 2013 se conceden ayudas a la inversión en sistemas de calefacción renovable, tanto en sistemas pequeños como de calefacción urbana, a la producción industrial de biogás y a los hogares que adoptan medidas de eficiencia energética (mejorando el aislamiento o sustituyendo los combustibles fósiles en los sistemas de calefacción, por ejemplo), para reducir el consumo energético.

Investigación, desarrollo e innovación

Tras el acuerdo del clima alcanzado en el Parlamento noruego en el año 2008, el gobierno destina una gran cantidad de fondos a la investigación, desarrollo y demostración en materia energética para hacer frente a los desafíos del cambio climático. De hecho, Noruega ocupa el primer lugar en el *ranking* mundial de inversión de fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en el área de la energía, dedicando algo más del 0,9 por mil de su PIB (gráfico 3.2).

En el año 2008, se crean los centros de investigación sobre energía respetuosa con el medio ambiente, en los que colaboran estrechamente comunidades científicas especializadas en esta área y usuarios. Ocho años más tarde, se establecen nuevos centros en las áreas de energía hidroeléctrica, solar, eficiencia energética en la industria, transporte y zonas residenciales con emisiones nulas, biocombustibles, captura y almacenamiento de CO_2 y redes inteligentes.

Bajo el marco de la Ley de Energía del Océano promulgada en 2010, se dotan fondos para financiar proyectos de investigación y prototipos para instalar centrales eléctricas de energía renovable marina. Se establecen áreas prioritarias para la evaluación de su potencial real así como del impacto medioambiental que

supondría la instalación de parques eólicos en alta mar. La Ley también incluye una planificación general de las obras de infraestructura de red necesarias y otorga la responsabilidad al gobierno de abrir las áreas en las que podrán solicitarse licencias.

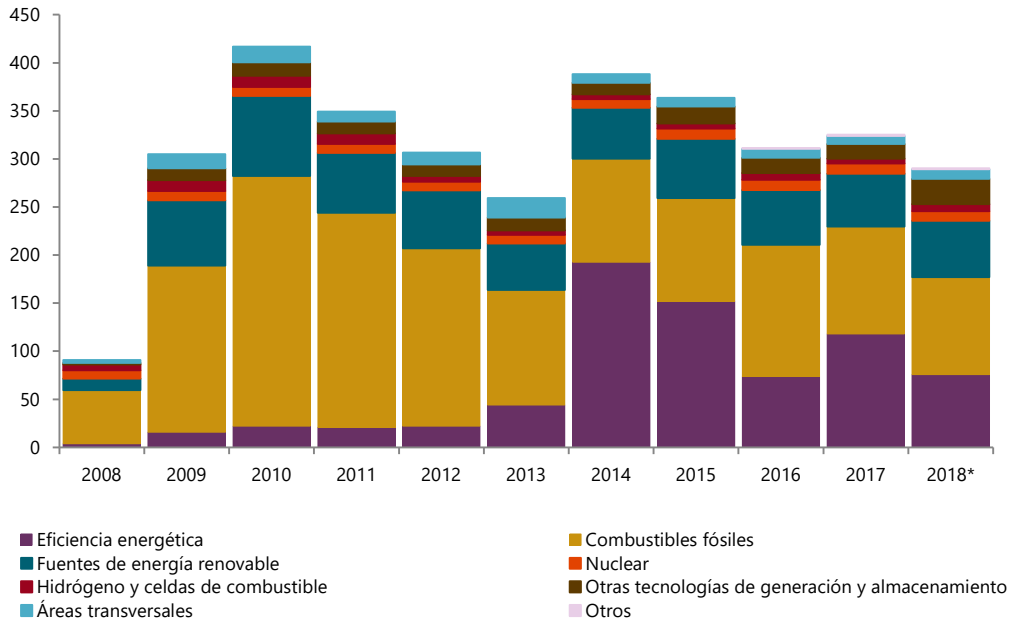
En 2012, se instaura el programa ENERGIX cuya finalidad es proporcionar fondos a la investigación sobre energía renovable, el uso eficiente de la energía y los sistemas energéticos. Este programa, en vigor hasta el año 2022, constituye un factor clave en la estrategia nacional de investigación y desarrollo.

En el mismo año, la empresa pública Enova otorga ayudas a la inversión y préstamos condicionados al desarrollo de tecnologías innovadoras en energía y clima, incluyendo proyectos de demostración a gran escala, que logren incrementar la eficiencia y reducir emisiones de gases de efecto invernadero, tanto a nivel nacional como internacional.

Noruega ha sido líder indiscutible a nivel internacional en la investigación de la captura y almacenamiento de CO_2 en los últimos veinte años.

El **gráfico 3.8** muestra la evolución de los fondos públicos destinados a investigación desarrollo y demostración en materia energética en Noruega, desagregados por tema, durante el periodo 2008-2018.

Gráfico 3.8. Fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en energía en Noruega por tema. 2008-2018 (millones de dólares PPA de 2018)



* Dato estimado.

Fuente: IEA (2017)

3.2.4. Finlandia

Las medidas de política energética aplicadas en Finlandia para la transformación de su sistema energético se recogen en la "Estrategia Nacional para la Energía y el Clima 2030" (2016) y en el "Plan Político para el Clima a Medio Plazo" (2017).

Debido a la riqueza en bosques que posee Finlandia, distribuidos en una extensión de aproximadamente el 72% de su territorio, la industria forestal representa el 20% de su producto interior bruto. Orientada a la exportación de madera, pulpa y papel, los subproductos y residuos de la madera son utilizados como combustibles en la generación de energía o procesados para biocombustibles de segunda generación como el biodiesel. La demanda de estos productos a nivel internacional ha seguido una tendencia creciente en los últimos años, pues la biomasa se ha convertido en muchos lugares en una fuente de generación renovable candidata a reemplazar el carbón y el petróleo en sistemas combinados de electricidad y calefacción y en sistemas de calefacción y refrigeración urbana.

En 2017, se emitieron en Finlandia 43 millones de toneladas de CO_2 procedentes principalmente de la combustión de petróleo (49%), carbón (40%) y gas natural (9%), habiéndose reducido un 20% con respecto a las emisiones registradas en 1990. Esta reducción fue posible gracias a la disminución de la combustión de las tres fuentes de generación arriba comentadas en un porcentaje similar (20%).

La cuota de energías renovables en el consumo de energía final alcanzó el 42% en 2016, lo que supone un crecimiento de un 71% respecto a 1990.

La intensidad energética por unidad del PIB se situó en 6,54 MJ/PIB dólares PPA de 2011 en 2016, constatándose una mejora del 21% en la eficiencia energética con respecto a 1990.

Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible

El **cuadro 3.8** muestra los objetivos de Finlandia en la transición hacia un sistema energético sostenible en los horizontes 2030 y 2050. El avance hacia la consecución progresiva de estos objetivos se ha basado en la mejora de la eficiencia energética, la promoción de las energías renovables, la sustitución de los combustibles fósiles y el mantenimiento de la energía nuclear en el *mix* de generación finlandés.

A diferencia de otros países, Finlandia no incluye entre sus objetivos la cuantificación de la mejora en la eficiencia energética. No obstante, para conseguir mayores niveles de eficiencia energética se han venido utilizando contratos voluntarios con la industria y requisitos estrictos en el código de construcción de los edificios nuevos.

Cuadro 3.8. Objetivos de Finlandia en la transición hacia un sistema energético sostenible

	Horizonte
Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero por parte de los sectores difusos en un 39% respecto a los niveles de 1990.	2030
Supresión del uso de carbón en la generación de energía.	2030
Aumento del peso de la generación a través de fuentes renovables en el consumo energético final de energía por encima de un 50%.	2030
Aumento del peso de los biocombustibles en el transporte por carretera hasta alcanzar el 30%.	2030
Aumento del porcentaje de los biocombustibles líquidos en la mezcla del combustible usado en los sistemas de calefacción hasta el 10%.	2030
Reducción del uso del petróleo en un 50% con respecto a los niveles de 2005.	2030
Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero en un 80% respecto a 1990.	2050

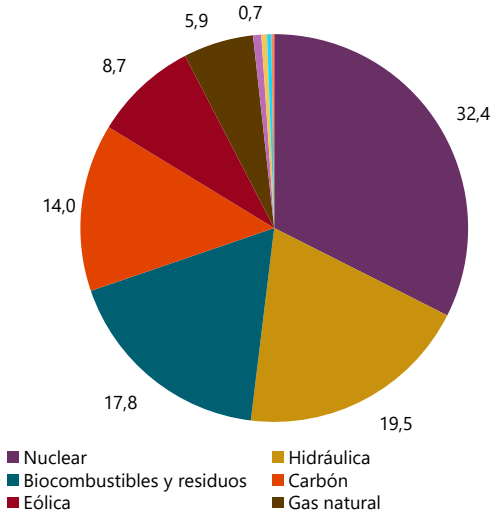
Fuente: IEA (2018a).

Sistema eléctrico

La generación de electricidad en Finlandia se lleva a cabo mayoritariamente a partir de fuentes bajas en emisiones, dado que, como puede observarse en el **gráfico 3.9**, su estructura de generación en el año 2018 se componía principalmente de energía nuclear (32%), hidroeléctrica (20%) y biomasa (18%). La generación eólica y solar supuso el 9% y el 0,2% respectivamente. Completan la estructura de generación la generación a partir del carbón (14%), gas natural (6%), petróleo (0,4%) y otros (1,2%). El 46% de la generación en 2018 se produjo a partir de fuentes renovables.

Finlandia está integrado en una misma área de mercado con Noruega, Suecia, y Dinamarca (mercado nórdico de electricidad) y con Estonia, Lituania y Letonia. La integración ha traído consigo una disminución de precios considerable, como consecuencia de una mayor competencia, pero también de la introducción en el *mix* de generación global del área común de mercado de energías renovables cuyos costes variables son muy reducidos, y una mayor seguridad de suministro. Finlandia suele importar electricidad de Suecia y Estonia, sobre todo en los periodos de demanda punta.

Gráfico 3.9. Estructura de la generación de electricidad en Finlandia. 2018 (porcentaje)



Fuente: IEA (2018a).

La caída de precios junto con el cierre de centrales térmicas de carbón y de ciclo combinado en los últimos años sitúa a Finlandia en una situación de mayor dependencia sobre todo en los periodos de demanda elevada. Por ello, y pese a la posibilidad de importar electricidad a sus países vecinos, el gobierno finlandés decidió adquirir una determinada capacidad de generación de reserva estratégica (729 MW) para el periodo que media entre el 1 de julio de 2017 y el 30 de junio de 2020. La generación nuclear se considera parte de la solución para conseguir la descarbonización y la garantía de suministro.

Para aumentar la seguridad en el sistema eléctrico, por un lado, se ha incrementado el nivel de interconexión tanto con Suecia como con los Países Bálticos y se ha reforzado la red de transporte, con el objeto de eliminar los cuellos de botella internos que habían sido identificados. Por otro lado, paralelamente se trabaja también en redes más inteligentes y en la creación de un centro de datos.

En Finlandia, más del 99% de los puntos de consumo tienen instalados contadores inteligentes y alrededor de un 10% de los consumidores han solicitado el cambio para pagar un precio basado en el precio del *pool*. En la transición hacia un sistema de energía inteligente, Fingrid, el Operador de Sistema finlandés, presentará en 2021 un centro de datos que contendrá información de todos los clientes con el fin de facilitar la gestión activa de la demanda, la gestión de desequilibrios o eliminar barreras de entrada a nuevas empresas de servicios energéticos.

Fiscalidad medioambiental

En Finlandia existe un impuesto sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en la generación de energía que constituye efectivamente un incentivo económico para la sustitución de los combustibles contaminantes por otros de energía limpia en los sistemas de calefacción centralizada urbana. Sin embargo, no todos los combustibles fósiles están gravados

por igual, lo cual merma la eficacia del impuesto. Por ejemplo, pese a que la turba es un combustible fósil que emite gases de efecto invernadero, la utilización de la misma está sujeta a un menor gravamen en términos comparativos, al tratarse de un combustible nacional, en pro de la seguridad del suministro energético.

Transporte y movilidad

La estrategia de Finlandia para reducir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del sector transporte pasa por la mejora de la eficiencia energética en los vehículos, los cambios los sistemas de transporte, la renovación acelerada del parque de vehículos que utilicen combustibles contaminantes o el aumento del peso de los biocombustibles en el transporte por carretera hasta el 30%.

Entre las medidas implementadas para conseguirlo, destacan las siguientes:

- La habilitación de zonas y la mejora de las condiciones en la vía para caminar, circular en bicicleta o para que circule el servicio de transporte público.
- La fijación de tasas de circulación de los vehículos crecientes en el tiempo, para fomentar la renovación del parque de automóviles.
- La concesión de ventajas y ayudas económicas a los propietarios de vehículos de bajas emisiones, costeadas a cargo de las tasas pagadas por los propietarios del resto de vehículos.
- La coordinación con las autoridades locales y el establecimiento de programas de ayuda para crear o mejorar la infraestructura de puntos de carga de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos, como por ejemplo, las estaciones de servicio de gas.
- La concesión de incentivos fiscales para la instalación de puntos de carga de vehículos eléctricos en casa.
- La reducción de las tasas por congestión, de aparcamiento o de las restricciones a la circulación para los vehículos eléctricos.

Las medidas estratégicas para la transición energética en el área del transporte en Finlandia vienen implementándose en un contexto de cambio de paradigma del sector que supone pasar del concepto de la propiedad individual del vehículo a un concepto más amplio de la movilidad como servicio (MaaS, por sus siglas en inglés[20]). La evolución hacia este nuevo modelo se está implementando por fases, al ritmo marcado por el desarrollo de la reforma normativa que lo regula. El usuario pasará a disponer de un conjunto de opciones de movilidad integradas en las áreas urbanas, fácilmente accesibles desde una aplicación instalada en el móvil, con un método único y sencillo de pago. Todos los vehículos bajo este modelo estarán conectados y compartirán información, lo cual permitirá gestionar congestiones, trazar rutas y medios de transporte óptimos, etc.

La transición a MaaS debe ser compatible con el objetivo de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que se está estudiando aplicar medidas para evitar que los usuarios prefieran los vehículos conectados bajo el nuevo sistema en detrimento del servicio público de transporte. Algunos ejemplos de estas medidas son el establecimiento de tasas para minimizar los viajes en vacío en el transporte de pasajeros, tasas en momentos puntuales por congestión o restricciones a la circulación de los vehículos de transporte de pasajeros en las áreas urbanas donde el servicio de transporte público funcione bien.

Eficiencia energética

El sector industrial representó alrededor del 50% del consumo energético final en Finlandia, mientras que el restante 50% se correspondió con los sectores residencial, de transporte y comercial, prácticamente a partes iguales.

[20] Mobility-as-a-Service (MaaS).

El **cuadro 3.9** muestra la intensidad energética del sector industrial, el sector servicios y el sector residencial en 2000 y en 2017, con el objeto de analizar su evolución a lo largo del periodo. Como puede observarse, se constata una mejora de la eficiencia energética en los sectores industrial y residencial pero un empeoramiento en el sector servicios. Concretamente, se registran mejoras de un 21% en el sector industrial y de un 19% en el sector residencial pero disminuye la eficiencia energética en un 25% en el sector servicios.

Cuadro 3.9. Intensidad energética en Finlandia. 2000 y 2017 (MJ/PIB dólares PPA en 2011)

	Sector industrial	Sector servicios	Sector residencial
2000	16,9	0,9	0,8
2017	13,3	1,0	0,7
Variación (2000-2017)	21%	-4%	19%

Fuente: IEA (2018a)

En lo que respecta a la industria, la medida clave para la mejora de la eficiencia energética en Finlandia consiste en los acuerdos y auditorías voluntarios que asumen las empresas para aumentar la misma. A finales de 2016, aproximadamente el 65% del consumo final de energía había sido objeto de estos acuerdos. El ahorro energético se ha estimado en 15 TWh durante el periodo 2008-2016. Por tanto, esta medida ha resultado efectiva a la par que constituye una alternativa a la regulación en este sentido.

El código de construcción junto con los impuestos que gravan la utilización de los combustibles fósiles son las dos medidas de política energética destinadas a impulsar las fuentes renovables de generación de calor en los edificios. Alrededor del 50% de la generación para calefacción centralizada urbana utiliza combustibles fósiles.

El código de construcción aplicable a los nuevos edificios exige unos requisitos de rendimiento energético muy elevados, tanto en lo que respecta a los materiales de construcción como a la energía suministrada. Sin embargo, el potencial de mejora en eficiencia energética sigue siendo importante, sobre todo en el *stock* de edificios más antiguos.

La viabilidad económica de los sistemas combinados de calefacción y suministro eléctrico, caracterizados por su elevada eficiencia energética, se ve actualmente amenazada por el peso creciente de la energía eólica en el *mix* de generación, la caída de los precios del mercado mayorista de electricidad (Nord Pool) y el impacto del precio de las emisiones de CO_2 en el mercado europeo de emisiones (EU-ETS) al que se somete la generación eléctrica pero no la producción de calor. De hecho, esta última actividad está sujeta a impuestos en función de la energía producida y no tanto en función de las emisiones contaminantes vertidas a la atmósfera durante su producción. Estos factores están provocando un desplazamiento desde los sistemas combinados hacia la utilización de calderas de solo calor.

En 2018, se conceden subvenciones para alcanzar un determinado nivel de energía renovable durante un periodo de tiempo (1,4 TWh en el periodo 2018-2020), mediante un sistema de subasta competitiva. Estas ayudas se dirigen principalmente a las empresas de calefacción centralizada urbana que se comprometan a abandonar el uso del carbón para 2025 y a empresas que utilicen nuevas tecnologías de generación renovable. También existen líneas de apoyo financiero a las empresas que utilicen biomasa, tecnologías sin combustión como las bombas de calor o sistemas de almacenamiento en los sistemas combinados de calefacción y suministro eléctrico. Las bombas de calor y la recuperación de calor industrial residual constituyen una alternativa real para reemplazar los combustibles fósiles en los sistemas de calefacción centralizada urbana, habida cuenta de que Finlandia posee uno de los mayores mercados de bombas de calor *per cápita* en la Unión Europea.

Investigación, desarrollo e innovación

Finlandia ocupa el tercer lugar en el *ranking* de inversión de fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en el área de la energía, dedicando algo más del 0,8 por mil de su PIB (gráfico 3.2). Lidera un grupo de investigación sobre gestión activa de la demanda, en el que también participa Dinamarca, mostrándose especialmente activo en la búsqueda de innovación en áreas relacionadas como las redes inteligentes, los biocombustibles y los sistemas de calefacción y refrigeración de edificios.

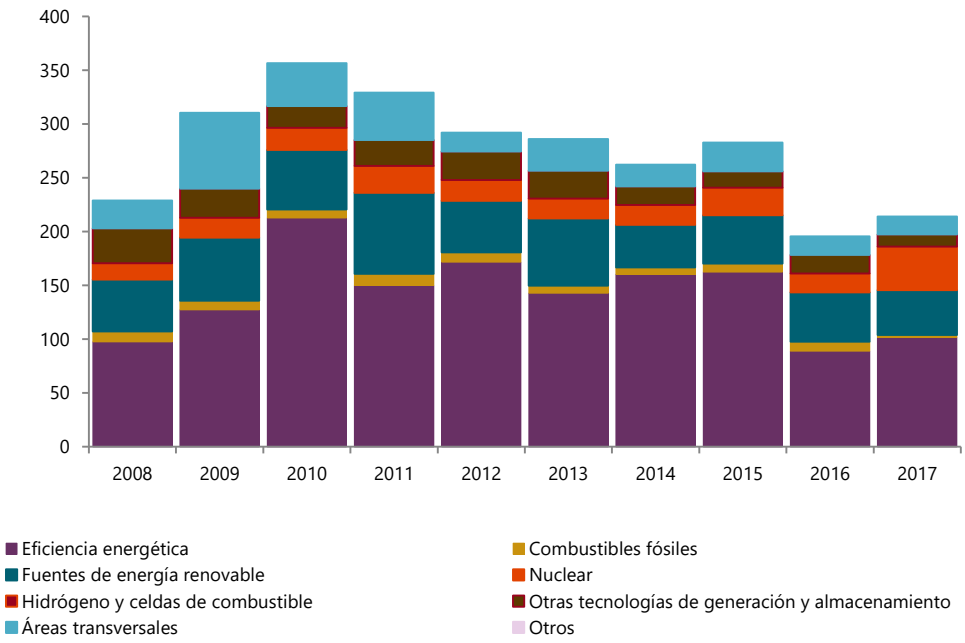
El **gráfico 3.10** muestra los fondos públicos destinados a fomentar la investigación, desarrollo y demostración en temas energéticos durante el periodo 2008-2018. Las áreas consideradas estratégicas en materia energética por parte del gobierno de Finlandia, incluidas en diferentes programas de ayudas a la investigación, son las siguientes: i) la bioeconomía basada en la silvicultura, la producción de alimentos y la economía circular; ii) las energías limpias; iii) las redes inteligentes; iv) la gestión activa de la demanda y v) la digitalización.

Finlandia es asimismo líder en la gestión de residuos nucleares. En 2015, el gobierno dio luz verde a la construcción del primer almacén de residuos nucleares en el mundo, excavado en granito en la isla de Olkiluoto, a 250 km de Helsinki, impermeabilizado y sellado con contenedores metálicos, donde se depositarán los residuos radiactivos de manera definitiva y cuya entrada en funcionamiento se prevé para 2020.

La investigación y desarrollo en materia energética en Finlandia se basa en la cofinanciación de los proyectos entre el sector público y el sector privado. En el caso de la investigación en el sector nuclear, centrado fundamentalmente en los aspectos de seguridad de los reactores y en la gestión de residuos, la financiación ha correspondido a la industria.

Dado que normalmente existe más de una empresa interesada en la investigación y/o desarrollo de componentes o soluciones en la misma área de investigación, el papel del gobierno en una etapa inicial es poner en contacto las iniciativas de empresas, clústeres empresariales y de agencias gubernamentales.

Gráfico 3.10. Fondos públicos destinados a investigación, desarrollo y demostración en energía en Finlandia por tema. 2008-2017 (millones de dólares PPA de 2018)



Fuente: IEA (2018a).

3.2.5. Reino Unido

Reino Unido ha experimentado una transformación energética en los últimos años, fundamentalmente provocada por la creciente participación de fuentes de generación renovables que han ido desplazando la generación a través de combustibles fósiles, fundamentalmente carbón. Este hecho ha traído consigo una reducción muy significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero. La situación actual y las medidas de política energética implementadas para avanzar en el proceso de transición energética hacia un modelo energético más sostenible se exponen a continuación.

En 2017, se emitieron en Reino Unido 358 millones de toneladas de CO_2, procedentes principalmente de la combustión de petróleo (45%), carbón (10%) y gas natural (44%), habiéndose reducido un 39% con respecto a las registradas en 1990. Esta caída se explica por la disminución de la combustión del carbón en un 85%, de petróleo en un 19%, y de gas natural en un 8%, aproximadamente, entre otros menos relevantes.

La cuota de energías renovables en el consumo de energía final alcanzó el 8,77% en 2016, lo que supone un crecimiento de aproximadamente un 1.250% desde 1990, dado que en este año Reino Unido no disponía de capacidad instalada en este tipo de generación.

La intensidad energética por unidad del PIB se situó en 2,9 MJ/PIB dólares PPA de 2011 en 2016, constatándose una mejora del 48% en la eficiencia energética con respecto a 1990.

Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible

En la Ley de cambio climático (2008) se establece el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 80% en 2050 con respecto a los niveles registrados en 1990. Bajo el marco de esta Ley, mediante los denominados "presupuestos de carbono", el gobierno debe establecer límites a la cantidad de emisiones con 12 años de antelación y publicar las medidas a adoptar para alcanzar los objetivos intermedios de reducción de emisiones. Actualmente, está en vigor el quinto presupuesto de carbón, con un objetivo para el periodo 2028-2032 consistente en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 57% con respecto a los niveles de 1990. Las medidas de política energética vinculadas a dicho objetivo se recogen en la Estrategia de Crecimiento Limpio (2017). El **cuadro 3.10** muestra los objetivos de la transición en Reino Unido.

Cuadro 3.10. Objetivos de Reino Unido en la transición hacia un sistema energético sostenible

	Horizonte
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 57% con respecto a los niveles de 1990	2032
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 80% con respecto a los niveles de 1990	2050
Prohibición de generar electricidad a partir de carbón en las centrales donde no utilicen procesos para reducir sustancialmente las emisiones de CO_2 *	2025
50% de generación de electricidad a partir de fuentes renovables	2032
16 GW de potencia instalada en energía nuclear	2030
Mejora de la eficiencia energética en un 20% en grandes empresas	2030

* El gobierno considerará que se han reducido sustancialmente las emisiones en aquellas centrales de carbón que las sitúen por debajo de 450 g/Kwh.

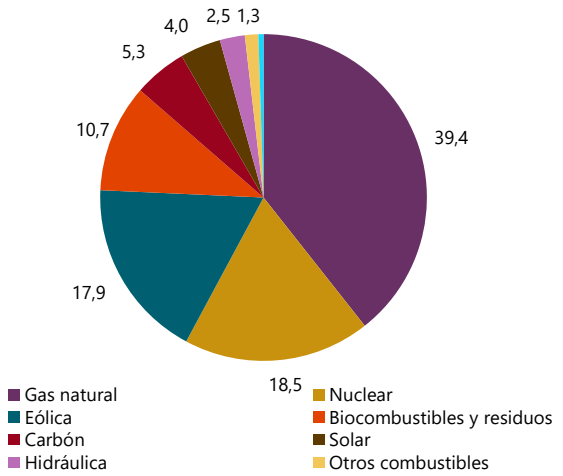
Fuente: IEA (2019b).

Sistema eléctrico

La principal fuente de generación de electricidad en el año 2018 fue el gas natural (39%), seguido de la energía nuclear (19%), la energía eólica (18%) y los biocombustibles (11%). La energía eólica ha experimentado un crecimiento muy notable, pasando del 3% en 2010 al 18% en 2018. En el lado opuesto, la generación a partir del carbón ha pasado de tener un peso del 29% en 2010 a cerrar 2018 representando

únicamente el 5%. El porcentaje de energías renovables ha alcanzado el 35% del total del *mix* de generación (**gráfico 3.11**).

Gráfico 3.11. Estructura de la generación de electricidad en Reino Unido. 2018 (porcentaje)



Fuente: IEA (2019b).

Las principales medidas puestas en marcha en el Reino Unido para promover la transición energética en el ámbito del sector eléctrico han consistido en: i) la celebración de subastas de contratos por diferencias para incentivar la inversión en nuevas energías renovables como la energía eólica, la energía de las olas o la energía de las mareas; ii) la utilización de tarifas reguladas (*feed-in tariff*) para fomentar la inversión en energías renovables a pequeña escala, como la solar fotovoltaica, la eólica terrestre, la hidroeléctrica, la digestión anaeróbica con una capacidad instalada de hasta 5 MW o la micro-cogeneración con una potencia instalada de hasta 2 kW; iii) el cierre de las centrales de carbón; iv) el establecimiento de un precio mínimo de las emisiones de CO_2 (18,08 libras/ tCO_2); v) la fijación de una tasa que complementa el precio de los permisos del mercado europeo de emisiones (16 libras/tCO_2) y vi) la especificación de un estándar de rendimiento de emisiones (450 g/ tCO_2) para limitar los vertidos a la atmósfera.

Los contratos por diferencias permiten a los generadores de electricidad renovable y nuclear asegurar un precio. Los adjudicatarios de estas subastas firman un contrato privado con la compañía estatal LCCC (Compañía de Contratos de Bajo Carbono), en virtud del cual recibirán durante un periodo de 15 años la diferencia entre el precio resultante de la subasta (precio que refleja el coste de invertir en una tecnología baja en emisiones) y un precio de referencia, en función del precio de mercado de la electricidad en Reino Unido.

Por otra parte, las tarifas reguladas están formadas por dos componentes: un primer componente asociado al pago de la generación de electricidad y un segundo componente por cada kVh vertido a la red eléctrica. Además, los generadores obtienen descuentos en la electricidad utilizada por ellos *in situ*. Estas tarifas son pagadas por los comercializadores y acaban trasladándose a la factura de los consumidores finales. El 80% de las instalaciones que se han beneficiado de este sistema de subvenciones desde su introducción en 2010 se corresponde con energía solar.

El sector eléctrico se enfrenta en los próximos años a un desafío añadido que viene dado por el cierre de las centrales de carbón y el desmantelamiento de las centrales nucleares cuya vida operativa útil llegue a su término, lo que supondrá una reducción de un 50% en la capacidad instalada nuclear alrededor del año 2025. La generación mediante carbón se ha ido reduciendo en favor de las centrales de gas y de energía renovable, sobre todo de eólica marina.

En lo que respecta a la generación nuclear, no existe voluntad política de cerrar las centrales nucleares por motivos de seguridad, como ocurre en otros países. Más bien al contrario, habida cuenta del Plan del Sector Nuclear que presentó el gobierno en 2018. En el marco de este Plan, se anunció la construcción de nueva capacidad nuclear como una oportunidad para el crecimiento económico del país, por tratarse de una energía libre de emisiones, barata y disponible de forma continua y porque requiere del desarrollo y la consolidación en sus puestos de trabajo de mano de obra muy especializada que, además, se pretendía que estu-

viera formada por mujeres al menos en un 40%.

Un nivel suficiente de interconexiones pasa a ser crucial para dotar de dotar de flexibilidad al sistema en el actual contexto de disminución de la generación de carga base y de peso creciente de las energías renovables, típicamente intermitentes. Es inevitable mencionar la incertidumbre existente alrededor de las condiciones en las que se realizará finalmente la salida del Reino Unido de la Unión Europea (*brexit*).

En el mercado minorista, solo el 40% de los consumidores han optado por pasarse al mercado libre, renunciando a la tarifa regulada. El 1 de enero de 2019 entró en vigor, con carácter temporal, un precio máximo para la tarifa eléctrica de los consumidores que se mantienen al margen del mercado.

Fiscalidad medioambiental

En 2001, se crea el impuesto sobre cambio climático que grava el suministro de energía a los generadores, a las grandes empresas y a los consumidores del sector público (quedando excluidos, por tanto, las organizaciones benéficas, las pequeñas empresas y los consumidores domésticos), por unidad de energía consumida en electricidad, gas, carbón y gas licuado de petróleo. Ahora bien, las industrias intensivas en energía pueden conseguir exenciones o notables descuentos en el impuesto, mediante la negociación voluntaria de contratos por medio de los que se comprometen a alcanzar determinados objetivos de eficiencia energética. Son los denominados Acuerdos del Cambio Climático (Climate Change Agreements).

Desde 2013/2014, el precio total del CO_2 para la generación de energía está formado por el precio de los permisos en el mercado de emisiones europeo (EU-ETS) y la tasa al precio del carbono del impuesto al cambio climático. Se trató de una respuesta decidida por parte del gobierno del Reino Unido ante el persistentemente reducido nivel del precio de los permisos en el sistema europeo de emisiones, el cual difícilmente podía desincentivar el uso de los combustibles fósiles. De este modo, pasó de situarse en 4,94 libras/tCO_2 en el momento de su implantación a mantenerse en 18 libras/tCO_2 desde 2016. La reciente subida de los precios de los EU-ETS ha hecho que el gobierno se plantee la reducción de la tasa complementaria a partir de 2021, para evitar un precio total excesivo.

Transporte y movilidad

Algunas de las medidas contenidas en la Estrategia de Crecimiento Limpio para conseguir la generalización de los vehículos bajos en emisiones y, particularmente, de los vehículos eléctricos, es la prohibición de venta de automóviles y furgonetas de gasolina y diésel nuevos a partir de 2040, el desarrollo de una red de puntos de carga en todo el Reino Unido o las subvenciones a la adquisición de los vehículos de emisiones ultra bajas (ULEV[21], por sus siglas en inglés). En 2017, los vehículos eléctricos representaron alrededor del 2% de las ventas de automóviles nuevos en el Reino Unido.

Eficiencia energética

La eficiencia energética en Reino Unido ha mejorado tanto en el sector industrial como en los sectores de servicios y residencia.

En particular, se registra una mejora de un 34% en el sector industrial, 41% en el sector servicios y 29% en el sector residencial durante el periodo 2000-2017 (**cuadro 3.11**).

[21] Ultra-low-emission vehicle.

Cuadro 3.11. Intensidad energética en Reino Unido. 2000 y 2017 (MJ/PIB dólares PPA de 2011)

	Sector industrial	Sector servicios	Sector residencial
2000	6,55	0,66	0,82
2017	4,29	0,39	0,58
Variación (2000-2017)	35%	41%	29%

Fuente: IEA (2019b)

En materia de eficiencia energética, la Estrategia de Crecimiento Limpio se fija como objetivo una mejora de un 20% para 2030 en las grandes empresas, el endurecimiento de los estándares de eficiencia en los edificios comerciales, propios o en alquiler, así como la mejora de la eficiencia energética en las casas, mediante la concesión de ayudas para la rehabilitación o reforma de las viviendas con tal fin. Se favorece asimismo el aprovechamiento del calor residual en la industria, la construcción y/o ampliación de redes de calefacción con fondos públicos y la eliminación gradual de los combustibles fósiles para calefacción, con la excepción del gas.

Otro de los objetivos de la Estrategia de Crecimiento Limpio es la descarbonización del sector de la calefacción. Actualmente, existen diferentes opciones tecnológicas para conseguirlo, tales como el calor renovable, las redes de calor, las bombas de calor o el hidrógeno. En este sentido, en el Reino Unido se está fomentando el uso de fuentes de energía renovables en los sistemas de calefacción, sobre todo los que no estén conectados a la red de gas, al mismo que tiempo que se está avanzando en la posibilidad de transportar hidrógeno a través de la red de gas existente.

Investigación, desarrollo e innovación

Tradicionalmente, el Reino Unido ha participado en numerosos proyectos internacionales de investigación, desarrollo e innovación. Las áreas relacionadas con la energía y el cambio climático en las que ha tenido un papel de liderazgo son las siguientes: i) energía nuclear; ii) captura y almacenamiento de CO_2 (CCUS[22], por sus siglas en inglés); iii) mejora de la eficiencia energética y iv) sistemas de almacenamiento.

Si bien no se sitúa en los primeros lugares del *ranking* de países de la IEA atendiendo al porcentaje que supone la inversión en investigación, desarrollo e innovación sobre el PIB, la progresión sigue una tendencia claramente positiva desde 2014, sobre todo en los temas de eficiencia energética y energía nuclear (**gráfico 3.12**).

3.2.6. Alemania

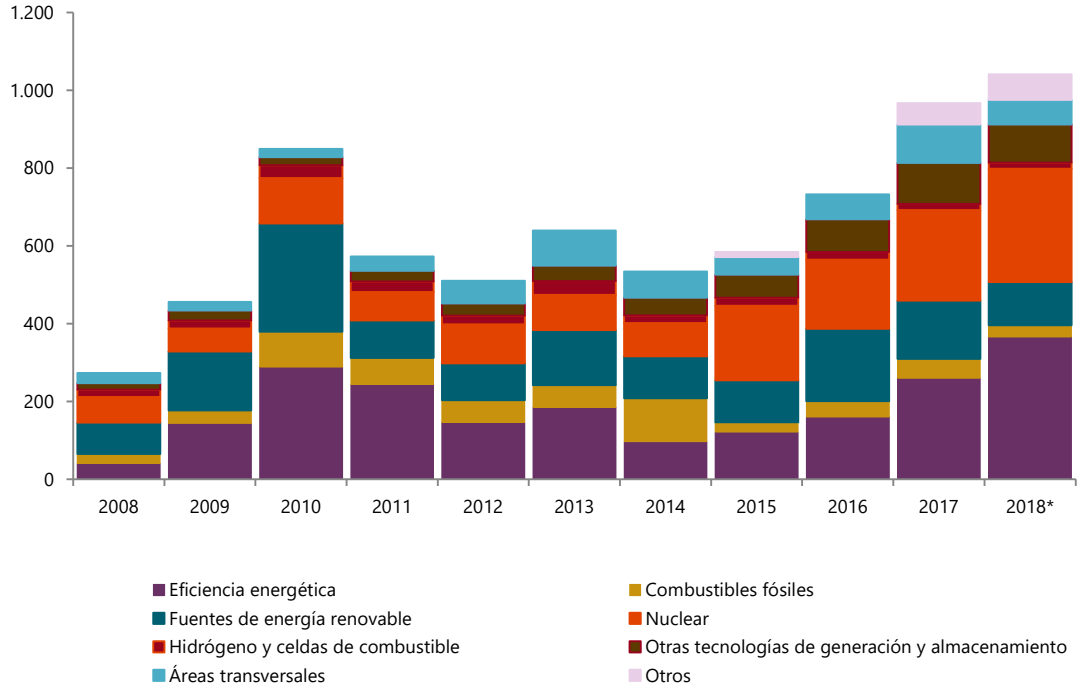
La estrategia alemana conocida como The Energiewende constituye la respuesta del gobierno federal alemán para hacer frente al cambio climático y sienta las bases para avanzar hacia un nuevo modelo energético cuya generación sea íntegramente procedente de fuentes de generación renovable, que garantice el suministro sin renunciar al nivel de vida actual. Los principales objetivos asociados a los horizontes temporales de 2030 y 2050 que se recogen en el paquete de medidas denominada Energy Concept (2010) se muestran en el **cuadro 3.12**.

En 2017, se emitieron 718 millones de toneladas de CO2 procedentes de la combustión de carbón (39%), petróleo (34%) y gas natural (24%), habiéndose reducido un 24% con respecto a las registradas en 1990. Esta caída en la cantidad de emisiones se explica por la reducción de la combustión de carbón y petróleo respectivamente en un 45% y 20% durante el mencionado periodo, que han excedido las emisiones procedentes del incremento de combustión de gas natural en un 48%.

La cuota de energías renovables en el consumo de energía final alcanzó el 14,17% en 2016, lo que supone un crecimiento del 575% respecto a 1990.

[22] Carbon Capture, Utilization and Storage.

Gráfico 3.12. Fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en energía en Reino Unido por tema. 2008-2018 (millones de dólares PPA de 2018)



* Dato estimado.

Fuente: IEA (2019b)

La intensidad energética por unidad del PIB se situó en 3,5 MJ/PIB dólares PPA de 2011 en 2016, constatándose una mejora del 40% en la eficiencia energética con respecto a 1990.

En el caso alemán, se evidencia perfectamente el desacoplamiento del crecimiento económico y el consumo energético y, por ende, de la emisión de gases de efecto invernadero en las últimas décadas. Así, mientras que el producto interior bruto se ha incrementado en un 67% desde 1990 hasta 2017, el consumo de energía primaria ha experimentado una caída del 9% en el mismo periodo.

Después del accidente nuclear de Fukushima, se decidió acelerar el desmantelamiento de las centrales nucleares en Alemania, cerrando las ocho centrales nucleares más antiguas. Esta medida tuvo su impacto en la estrategia de transición energética, por cuanto supuso una reducción inmediata y considerable de la potencia instalada. La necesaria revisión de la estrategia dio a lugar a un nuevo paquete de medidas complementarias denominado Energy Packet 2011, basado en los principios siguientes: i) fomento de las energías renovables; ii) refuerzo y expansión de la infraestructura de la red de electricidad; iii) mejora de la eficiencia energética y iv) la dotación de una mayor cantidad de fondos a la investigación y desarrollo, sobre todo a las nuevas tecnologías de almacenamiento.

Cuadro 3.12. Objetivos de Alemania en la transición hacia un sistema energético sostenible

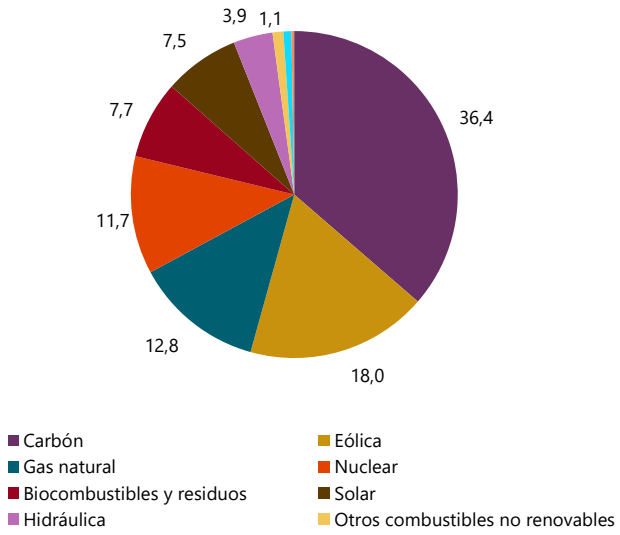
	Horizonte
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 55% respecto a los niveles de 1990	2030
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 80% respecto a los niveles de 1990	2050
Reducción en un 50% del consumo de energía primaria con respecto a los niveles de 2008	2050
60% de energías renovables en el consumo total de energía	2050
80% de energías renovables en el consumo total de electricidad	2050
Reducción del consumo de energía primaria del 50% con respecto a los niveles de 2008	2050

Fuente: IEA (2013).

Sistema eléctrico

El **gráfico 3.13** muestra la estructura de generación en Alemania en 2018. Como puede observarse, la principal fuente de generación es el carbón (36%), seguida de la eólica (18%), el gas natural (13%), la nuclear (12%), los biocombustibles y residuos (8%), la solar (7,5%) y la hidroeléctrica (4%). De un modo más residual también se genera electricidad a partir del petróleo (0,8%), combustibles no renovables (1,1%) y otras fuentes no identificadas (0,3%). La generación nuclear y de carbón han pasado de representar un 18% y un 45% respectivamente en el año 2011 a suponer un 12% y un 36% en el 2018. En contrapartida, las energías renovables han experimentado un notable crecimiento en el mismo periodo de tiempo, pasando de suponer un 22% del *mix* en 2011 a un 37% en 2018. En particular, la generación de la energía eólica se ha incrementado en un 127%.

Gráfico 3.13. Estructura de la generación de electricidad en Alemania. 2018 (porcentaje)



Fuente: IEA (2013).

Las medidas dirigidas a la promoción de la generación de electricidad a partir de fuentes renovables han consistido fundamentalmente en el establecimiento de un sistema de primas *feed-in tariff,* cuyo objeto es incentivar la inversión en este tipo de tecnologías de generación, garantizando una determinada rentabilidad sobre el coste de producción, la prioridad de acceso a la red por parte de las mismas respecto a otras fuentes de generación y la distribución de los costes asociados entre los consumidores de electricidad.

El sistema *feed-in tariff* es introducido en 1991 en el marco de la *Electricity Grid Feed Act*, refrendado posteriormente —con algunas modificaciones— en la *Renewable Energy Sources Act* (2000). Se benefician de este sistema de tarifas fundamentalmente grandes plantas de generación eólica, solar fotovoltaica y biomasa. Una característica interesante introducida en la reforma de la Ley en el año 2000 es la revisión paulatina de la remuneración a recibir por las nuevas instalaciones que vayan acogiéndose a la misma. De este modo, el esfuerzo económico que sustenta la promoción de las energías renovables se reduce a medida que se van reduciendo los costes de generación de cada tecnología. Las sucesivas reformas legislativas en 2004 y 2009, si bien mantienen el esquema de remuneración inicial, aumentan las tarifas para la energía solar fotovoltaica, biomasa y geotérmica, hecho que contribuye a un mayor despliegue de este tipo de centrales pero que, a su vez, dispara los costes hasta unos niveles considerados excesivos. El objetivo del legislador a partir de este momento es controlar los costes del sistema de promoción de renovables recortando las tarifas, sobre todo de la energía solar fotovoltaica, y mejorar la integración de las nuevas tecnologías en el mercado y en la red (*Photovoltaic Act 2010*, *Photovoltaic Act 2011*, *Renewable Energy Sources Act 2012*, *Photovoltaic Act 2013*). El sistema de primas *feed—in tariff* da paso a un diseño de sistema de primas alternativo, *feed—in premium,* de acuerdo con el cual los generadores de instalaciones con una potencia instalada superior a 100 kW y los nuevos generadores obtienen la diferencia entre el precio de la tarifa establecido en la regulación y el precio medio de mercado mensual (*Renewable Energy Sources Act 2014)*. Asimismo, se prevé una reducción del precio de tarifa si se alcanzan los objetivos de potencia instalada previstos para cada año. *Desde 2017, e*l precio de tarifa con el que se compara el precio medio de

mercado para calcular la remuneración que recibe la generación a gran escala de energía solar fotovoltaica, eólica terrestre y eólica marina se obtiene a través de un sistema de subastas, cuyo diseño se adapta a las características de cada tecnología de generación (*Renewable Energy Sources Act 2017)*. Los generadores son los responsables de buscar compradores para la electricidad por la que obtienen esta remuneración por parte del Operador del Sistema.

Otras medidas para fomentar la generación renovable son las ayudas directas a la inversión en energía solar fotovoltaica, energía eólica o bioenergía. Muchos ciudadanos alemanes han podido optar a estas ayudas para su autoconsumo, instalando su propio sistema de generación de energía renovable o participando en proyectos conjuntos a través de cooperativas energéticas.

Al igual que ocurre en otros países, como consecuencia de la introducción de energía renovable en el sistema eléctrico, cuya producción varía dependiendo de la dirección y velocidad del viento o del número de horas de sol, el Operador del Sistema dispone de una reserva estratégica de centrales que podrían ponerse en funcionamiento si fuese necesario para garantizar la seguridad de suministro.

Con el fin de hacer partícipes a los ciudadanos del proceso de transición energética, en Alemania se les entrega información detallada sobre los proyectos de ampliación de líneas de distribución como consecuencia de la instalación de capacidad en nuevas centrales en su zona de residencia antes de empezar la tramitación oficial, de modo que estos pueden participar de un modo activo en la discusión de los requisitos, del trazado exacto de líneas, etc. Asimismo, a través de oficinas locales creadas con tal fin, se lleva a cabo el denominado diálogo público sobre la red de transporte, el cual consiste en informar al público sobre cualquier expansión de la red programada y escuchar sus opiniones y sugerencias al respecto.

Fiscalidad medioambiental

En Alemania está vigente desde 1999 el denominado *eco-tax*, un impuesto ecológico diseñado para aumentar la conciencia ecológica de los ciudadanos en el uso de la energía generada a partir de fuentes contaminantes, fundamentalmente combustibles como el diésel y la gasolina. Desde su puesta en marcha, ha sufrido variaciones al alza.

También se grava la electricidad consumida por parte de consumidores domésticos y comerciales, excepto la generada a través de fuentes de energías renovables. Se trata de un impuesto finalista cuya recaudación se destinará a financiar la transición hacia un *mix* de generación sin generación nuclear. Las empresas intensivas en energía pagan un nivel reducido del impuesto.

Desde 2011, se aplica una tasa sobre tráfico aéreo a todos los vuelos que partan desde aeropuertos de Alemania, calculado en base a la distancia del vuelo.

Existen deducciones fiscales para aquellas empresas generadoras o intensivas en el uso de energía que demuestren mejoras de eficiencia energética.

Transporte y movilidad

El peso de la industria automovilística en Alemania es muy importante. Es uno de los sectores que más empleo proporciona y con mayor capacidad de exportación, pero también es uno de los mayores responsables de la emisión de gases de efecto invernadero. Por este motivo, el gobierno promociona el desarrollo de tecnologías que permitan mejorar la eficiencia energética de los vehículos así como el desarrollo de los vehículos eléctricos, fundamentalmente vehículos ligeros, motocicletas y vehículos del transporte público. Junto con los vehículos eléctricos, los vehículos de pila de combustible y de hidrógeno son considerados alternativas reales al diésel y la gasolina, por lo que el gobierno federal está destinando importantes cantidades de fondos públicos para la investigación y desarrollo de estas tecnologías. En el

año 2018, empezó a funcionar en Alemania el primer tren de pila de combustible alimentado por hidrógeno.

El banco gubernamental de desarrollo KfW otorga préstamos a empresas y autónomos para la adquisición de vehículos comerciales de bajas emisiones.

Otra iniciativa puesta en marcha es el denominado *car sharing*. Consiste en alquilar un vehículo cuya propiedad es normalmente de una empresa, pero se diferencia del negocio tradicional de alquiler de vehículos en que puede alquilarse con muy poco tiempo de antelación y para periodos de tiempo muy reducidos (a partir de treinta minutos). Además, algunas comunidades de vecinos han habilitado zonas de aparcamiento para estos vehículos compartidos y, en algunos lugares, se permite que utilicen los carriles reservados a la circulación del transporte público.

Eficiencia energética

La eficiencia energética ha mejorado tanto en el sector industrial como en los sectores de servicios y residencial. En particular, se registra una mejora de un 21% en el sector industrial, 20% en el sector servicios y 28% en el sector residencial durante el periodo 2000-2017 (**cuadro 3.13**).

Cuadro 3.13. Intensidad energética en Alemania. 2000 y 2017 (MJ/PIB dólares PPA de 2011)

	Sector industrial	Sector servicios	Sector residencial
2000	4,45	0,69	0,86
2017	3,52	0,55	0,62
Variación (2000-2017)	21%	20%	28%

Fuente: IEA (2013).

En materia de eficiencia energética, las medidas pueden diferenciarse atendiendo al sector al que vayan dirigidas: industrial, edificación y doméstico o residencial.

En el sector industrial, en 2008 se crea el Fondo de Eficiencia Energética, bajo el marco del cual se engloban programas de ayudas para promocionar tecnologías transversales eficientes tecnológicamente en las pequeñas y medianas empresas como bombas, conductores o sistemas de aire comprimido, así como también procesos de producción tecnológicamente eficientes y respetuosos con el medio ambiente. La implementación y ejecución de los programas se lleva a cabo desde la Oficina Federal de Economía y Control de Exportaciones. Esta misma oficina, desde 2015 financia el 80% de los costes del servicio de asesoramiento para explotar su potencial de mejora de la eficiencia energética a pequeñas y medianas empresas que cumplan determinados requisitos.

Desde 2016, se concede financiación a empresas para la inversión en sistemas o instalaciones que les permitan aprovechar el calor residual en sus procesos de producción.

En el ámbito de la edificación, existen estándares de eficiencia energética en los edificios desde 1977 que con el tiempo se han ido endureciendo progresivamente. Desde el año 2000, el gobierno alemán concede ayudas para sustituir los sistemas de calefacción de petróleo por otros que utilicen fuentes renovables como la biomasa, la energía solar o la bomba de calor y desde 2009 es obligatorio que todos los edificios residenciales nuevos cubran su demanda con un porcentaje mínimo de energía renovable.

El banco KfW otorga ayudas directas y préstamos a la construcción de nuevos edificios residenciales cuya eficiencia energética sea superior a la requerida por los estándares de construcción vigentes. Los edificios eficientes desde el punto de vista energético disponen de sistemas de calefacción basados en energías renovables con un buen aislamiento térmico. La entidad también otorga ayudas y préstamos para la reforma y rehabilitación de edificios residenciales con el objeto de incrementar su eficiencia energética y dispone de un sistema de préstamos para la reforma de escuelas, guarderías y polideportivos en municipios, con idéntico fin.

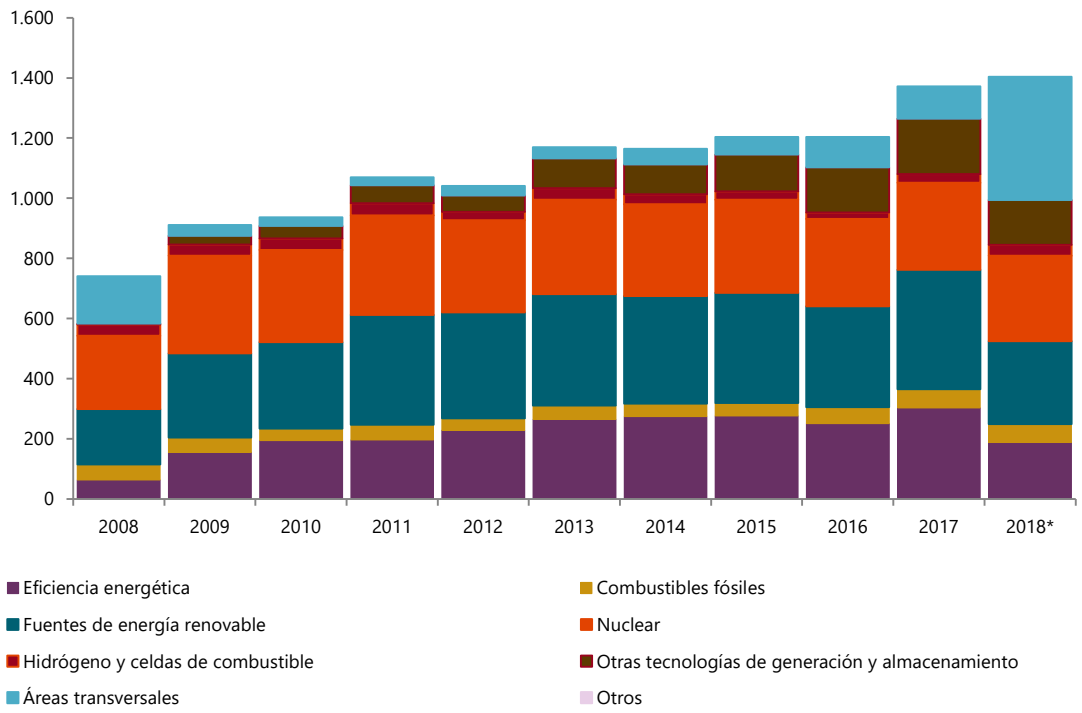
Adicionalmente, se han puesto en marcha campañas como la entrega gratuita de la etiqueta de eficiencia a los sistemas de calefacción existentes para fomentar la sustitución de los mismos por otros que utilicen fuentes renovables, en su caso. De este modo, los propietarios son conscientes del nivel de contaminación de sus sistemas y reciben asesoramiento *in situ* de las posibilidades de sustitución por otros más respetuosos con el medio ambiente, que además pueden ayudarles a ahorrar en la factura energética.

Otras medidas orientadas al ámbito doméstico son las campañas informativas dirigidas a los consumidores para que conozcan los sistemas de financiación estatal, tomen conciencia del impacto medioambiental de los usos actuales de la energía así como el potencial de ahorro energético y el efecto que podría tener sobre su factura un cambio de hábitos.

Investigación, desarrollo e innovación

Las áreas de investigación, desarrollo e innovación en materia energética que han recibido un mayor apoyo financiero por parte de la administración han sido los siguientes: i) nuevas tecnologías de almacenamiento, como el almacenamiento de energía a través del almacenamiento de aire comprimido; ii) la electrólisis para transformar electricidad en hidrógeno o gas natural sintético; iii) proyectos piloto sobre casas y distritos eficientes energéticamente y dotados con la última tecnología para la gestión activa de la demanda (*Solar Construction/Energy-Efficient City)* y iv) proyectos piloto sobre medidores del consumo energético en casas, comercios y empresas en cada electrodoméstico o dispositivo (*energy-saving meters*). El **gráfico 3.14** muestra la evolución de la dotación de fondos públicos para fomentar la investigación, desarrollo y demostración en termas energéticos durante el periodo 2008-2018.

Gráfico 3.14. Fondos públicos destinados a la investigación, desarrollo y demostración en energía en Alemania por tema. 2008-2018 (millones de dólares PPA de 2018)



* Dato estimado

Fuente: IEA (2013)

3.3. Cuadros resumen de las medidas adoptadas por los países estudiados

En este epígrafe se relacionan todas las medidas de transición energética identificadas en los casos de estudio. Se presentan ordenadas por temas y se asocian a los casos de estudio, subrayando las de mayor prevalencia (presentes en tres o más países).

Las medidas relativas al sistema eléctrico se clasifican en tres grandes bloques: fuentes de generación renovables, diseño de mercado, y redes inteligentes y *data hubs*. El **cuadro 3.14** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con las fuentes de generación renovable. Las medidas presentes en más países (3 o más) son las vinculadas a: i) los sistemas de certificados de electricidad; ii) las subvenciones a la inversión en pequeñas instalaciones de energía solar fotovoltaica para autoconsumo y iii) el *feed-in tariff* para instalaciones de generación de renovables.

El **cuadro 3.15** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con el diseño de mercado. Las medidas presentes en más países (3 o más) son las vinculadas a: i) incremento de las interconexiones; ii) reserva estratégica para prevenir apagones y iii) cierre progresivo de centrales nucleares al final de su vida operativa útil sin posibilidad de sustitución por otras nucleares.

Cuadro 3.14. Medidas del sistema eléctrico relativas a las fuentes de generación renovable

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Sistema de certificados de electricidad	x	x	x			
Cuotas de electricidad renovable obligatorias	x		x			
Subvención a la inversión en solar fotovoltaica	x		x			
Subvención a la inversión en pequeñas instalaciones de energía solar fotovoltaica para autoconsumo	x	x	x			x
Feed-in tariff para instalaciones de generación de renovables		x			x	x
Feed-in premium		x				
Marketing directo		x				x
Subastas dirigidas a la generación renovable para obtener el precio de tarifa						x
Primas a las centrales hidroeléctricas si el precio obtenido por la electricidad es inferior a su coste de generación		x				
Subvenciones a la Inversión en renovables de nuevas centrales y a la renovación de las existentes		x				x
Subvenciones a la inversión en centrales hidráulicas		x				x
Convocatorias de licitación de proyectos de fuentes de generación renovable				x		
Certificados obligatorios de generación de energía a partir de fuentes renovables					x	
Contratos por diferencias para fomentar inversiones en grandes instalaciones RE					x	
Designación de áreas de interés nacional para la instalación de capacidad de generación eólica	x		x			
Ayudas a la producción de biogás	x					
Acortamiento y racionalización del procedimiento de autorización de nuevos puntos de acceso a la red		x				

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.15. Medidas del sistema eléctrico relativas a diseño de mercado

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Sin subvenciones a la nuclear	x					
Sin impuestos a la nuclear	x					
Cierre progresivo centrales nucleares al final de su vida operativa útil sin posibilidad de sustitución por otras nucleares		x			x	X
Apuesta por la nuclear					x	
Cierre de centrales de carbón					x	
Sistema de recargos para transferir los costes del fomento de las renovables a todos los consumidores						X
Reserva estratégica para prevenir apagones		x		x		X
Precio transitorio de electricidad como medida de protección a los consumidores					x	
Incremento de las interconexiones	x	x	x	x	x	
Fijación de un precio mínimo para las emisiones de CO_2					x	
Gestión de residuos nucleares				x		
Especificación de un estándar de rendimiento de emisiones (450g/tCO_2)					x	

Fuente: Elaboración propia.

El **cuadro 3.16** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con las Redes inteligentes y *Data Hub*. La única medida presente en más de tres países son los contadores inteligentes, en cuatro de los seis casos.

El **cuadro 3.17** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con la fiscalidad medioambiental. A pesar del gran número de medidas identificadas, solo dos están presentes en 3 o más países: i) impuesto sobre energía y ii) impuesto sobre emisiones de CO_2.

Las medidas sobre transporte y movilidad se han dividido en tres bloques: vehículo eléctrico, biocombustibles y "otras medidas". El **cuadro 3.18** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con el vehículo eléctrico. Las medidas presentes en más países (3 o más) son las vinculadas a: i) nuevas infraestructuras de carga pública rápida; ii) subvenciones a la instalación de puntos recarga en el domicilio y iii) coordinación con entidades locales para crear o mejorar la infraestructura de puntos de carga de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos.

El **cuadro 3.19** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con los biocombustibles. Solo una de ellas está presente en más de tres países: el porcentaje mínimo de biocombustibles (mezcla) en el suministro de combustibles.

El **cuadro 3.20** muestra el resto de medidas identificadas vinculadas a transporte y movilidad no tratadas en las tablas anteriores. Ninguna de las medidas mostradas está presente en más de dos países.

Las medidas de eficiencia energética se han dividido en tres bloques: las que tienen que ver con el sector industrial, con el sector residencial y con los sistemas de calefacción. Fuera de esta división se ha identificado una medida de carácter general solo destacable en el caso de Reino Unido: liderazgo del sector público en la eficiencia energética de sus edificios.

Cuadro 3.16. Medidas del sistema eléctrico relativas a Redes inteligentes y *Data Hub*

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Contadores inteligentes	x	x	x	x		
Fomenta la demanda activa				x	x	
Lecturas de la demanda en tiempo real, gráficos de carga/potencia, curvas de tensión				x		
Controlador de transformador de distribución instalado en cada subestación secundaria (concentra datos, registra la calidad del suministro, automatiza procesos)				x		
Red de telecomunicaciones que conecta los ordenadores de las casas con los sistemas de la red eléctrica				x		
Refuerzo de la red de transporte				x		
Creación de un centro de datos				x	x	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.17. Medidas del sistema eléctrico relativas a las fuentes de fiscalidad medioambiental

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Impuesto al consumo sobre combustibles para vehículos de motor		x				
Impuesto sobre electricidad generada a través de fuentes no renovables						x
Impuesto sobre energía	x			x	x	
Impuesto sobre emisiones CO_2	x	x	x	x		
Impuesto sobre CO_2 para combustibles de uso estacionario (no para transporte): petróleo para calefacción, carbón y gas natural si no se alcanzan los objetivos acordados de reducción de emisiones.		x				
Exenciones fiscales a las empresas que se comprometen a reducir sus emisiones de CO_2 tras acreditación de cumplimiento de los compromisos		x				
Exenciones fiscales por la utilización de biocombustibles o biomasa	x	x				
Exención del impuesto sobre electricidad (fuentes no renovables) a empresas intensivas en energía por motivos de competitividad internacional						x
Exención del impuesto sobre CO_2 a empresas intensivas en energía por motivos de competitividad internacional			x			
Tasa del impuesto sobre cambio climático para complementar el precio en el mercado europeo de emisiones					x	
Deducciones a las empresas que se comprometan a alcanzar objetivos de eficiencia energética					x	x
Deducciones fiscales por la inversión en la mejora de la eficiencia de los edificios	x	x				
Tasa por congestión de tráfico en las ciudades	x					
Medidas fiscales de promoción de vehículos eléctricos		x	x			
Medidas fiscales de promoción de vehículos híbridos		x				
Reducción del importe del impuesto de matriculación para los vehículos con etiqueta energética		x				
Incentivos fiscales para la instalación de puntos de carga de vehículos eléctricos en casa				x		
Impuesto al consumo sobre combustibles para vehículos de motor (más elevado en diésel que en gasolina)		x				
Impuesto sobre hidrocarburos		x				
Financiación dirigida		x				x
Tasa aplicable a los vehículos pesados en base a la distancia recorrida en las carreteras nacionales		x				
Tasa sobre tráfico aéreo aplicable a todos los vuelos que partan de aeropuertos del país						x

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.18. Medidas de transporte y movilidad relativas al vehículo eléctrico

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Nuevas infraestructuras carga pública rápida	x		x	x	x	
Subvenciones instalación puntos recarga en el domicilio (hogar)	x		x	x		
Subvenciones compra vehículos eléctricos (motocicletas, motores de barcos)	x				x	
Programa piloto de carreteras eléctricas	x					
Reducción de las tasas por congestión, aparcamiento o de las restricciones a la circulación para vehículos eléctricos			x	x		
Coordinación con entidades locales para crear o mejorar la infraestructura de puntos de carga de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos, por ejemplo, estaciones de gas.	x			x	x	
Cambio de modelo desde la propiedad del vehículo hacia el concepto de movilidad como servicio				x		
Liderazgo del sector público en el uso de vehículos eléctricos					x	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.19. Medidas de transporte y movilidad relativas a los biocombustibles

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Grandes estaciones de servicio (como mínimo 1 bomba de biocombustible)	x					
Creación de un mercado de biocombustibles		x				
Certificados de compensación de CO_2 obligatorios para los vendedores de combustibles fósiles para vehículos	x	x				
Porcentaje mínimo de biocombustibles (mezcla) en el suministro de combustibles	x		x	x	x	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.20. Medidas de transporte y movilidad agrupadas en "otras medidas"

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Inversión en infraestructuras para facilitar el cambio del transporte de mercancías de la carretera al tren		x			x	
Habilitación de zonas y mejora de las vías para circular en bicicleta, caminar o para que circule el transporte público.				x	x	
Tasas de circulación de vehículos crecientes en el tiempo				x		
Prohibición de venta de vehículos que utilicen combustibles fósiles	x				x	
Uso de vehículos compartidos (*car sharing*)						x
Ventajas y ayudas económicas a los propietarios de vehículos de bajas emisiones, costeadas por los propietarios del resto de vehículos				x		
Préstamos a empresas y autónomos para la adquisición de vehículos de bajas emisiones						x
Fomento del servicio público de transporte				x		
Sistema *bonus-malus* para nuevos vehículos ligeros	x					

Fuente: Elaboración propia.

El **cuadro 3.21** muestra las medidas observadas en los casos de estudio relacionadas con el sector industrial. Solo una medida se está llevando a cabo en 3 o más países: contratos voluntarios entre empresas que se comprometen a mejorar la eficiencia energética y el gobierno.

El **cuadro 3.22** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con el sector residencial. Las presentes en 3 o más países son las vinculadas a: i) requisitos de certificación energética para electrodomésticos; ii) ayudas para propietarios e inquilinos que hagan reformas para mejorar la eficiencia energética (mejoras que deben superar un cierto umbral); iii) requisitos (*standards*) de emisiones de CO2 en edificios (topes máximos para los edificios existentes residenciales y comerciales, (estos últimos más estrictos) y de cero emisiones para los nuevos; iv) requisitos de ahorro y eficiencia energética en las nuevas construcciones, diferentes según el tipo de vivienda y v) certificado energético sobre calidad energética de los edificios.

Cuadro 3.21. Medidas de eficiencia energética relativas al sector industrial

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Requisitos de emisiones en la capacidad instalada nueva en combustibles fósiles					x	
Criterios de sostenibilidad en la contratación pública	x					
Captura y almacenamiento de CO_2			x		x	
Ayudas a la producción de biogás			x			
Contratos voluntarios entre empresas que se comprometen a mejorar la eficiencia energética y el gobierno		x		x	x	
Subvenciones a empresas por alcanzar un determinado nivel de energía renovable durante un periodo determinado, mediante subasta competitiva.				x		
Líneas de apoyo financiero a empresas que utilicen biomasa, bombas de calor o sistemas de almacenamiento en los sistemas combinados de calor y suministro eléctrico		x		x		
Apoyo financiero a PYMEs para cubrir costes de asesoramiento para mejorar eficiencia energética						x
Financiación a empresas para instalar sistemas que utilicen el calor residual en sus procesos de producción		x				x
Sistema de negociación de emisiones (EU-ETS)	X		x			
Sistema de negociación de emisiones (ETS) propio		x				
Ayudas a empresas cuyos programas de mejora de la eficiencia eléctrica resulten adjudicados en licitaciones		x	x			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.22. Medidas de eficiencia energética relativas al sector residencial

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Requisitos de ahorro y eficiencia energética en las nuevas construcciones, diferentes según el tipo de vivienda	x		x	x		
Ayudas para propietarios e inquilinos que hagan reformas para mejorar la eficiencia energética (mejoras que deben superar un cierto umbral)	x	x	x		x	x
Subvenciones para sufragar costes de demolición de edificios antiguos si van a sustituirse por otros eficientes		x				
Mínimo de autoconsumo en edificios nuevos		x				
Concesión de préstamos para la construcción de edificios cuya eficiencia energética sea superior a la exigida						x
Requisitos de certificación energética para electrodomésticos		x	x	x	x	x
Requisitos (standards) de emisiones de CO_2 en edificios (topes máximos para los edificios existentes residenciales y comerciales (estos últimos más estrictos). Requisitos de cero emisiones para los nuevos.		x	x	x	x	
Exigencia de dotar a los edificios de condiciones de climatización pasiva			x			
Certificado Energético sobre calidad energética de los edificios			x		x	x
Edificios nuevos con consumo casi nulo a partir de 2021						x
Campañas informativas sobre ahorro energético			x			x
Establecimiento de un mínimo porcentaje de demanda de renovables en edificios residenciales nuevos				X		x
Objetivos obligatorios de reducción de consumo energético						x
Fomento cooperativas energéticas						x
Diálogo público sobre la red de electricidad						x
Requisitos de eficiencia en edificios comerciales y en propiedades alquiladas					x	

Fuente: Elaboración propia.

El **cuadro 3.23** muestra las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con los sistemas de calefacción. Las medidas presentes en más países (3 o más) son las vinculadas a: i) fomento de la sustitución del petróleo o el carbón a los biocombustibles y a la biomasa sólida y ii) ayudas para la sustitución del petróleo a otras fuentes de generación renovables como las bombas de calor, el calor renovable o el hidrógeno.

El **cuadro 3.24** muestra las medidas relacionadas con la investigación, el desarrollo y la innovación. Tres países lideran estas iniciativas, aunque no se observan coincidencias entre ellos.

Finalmente, el **cuadro 3.25** muestra otras medidas no agrupadas en las anteriores categorías. Son medidas propuestas por dos países sin coincidencia entre ellos.

Cuadro 3.23. Medidas de eficiencia energética relativas a los sistemas de calefacción

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Fomento de la sustitución del petróleo o el carbón a los biocombustibles y a la biomasa sólida	x	x		x		x
Fomento de la cogeneración sobre las calderas de solo calor (*heat-only boilers*)	x			x		
Ayudas para la sustitución del petróleo a otras fuentes de generación renovables como las bombas de calor, el calor renovable o el hidrógeno.			x	x	x	x
Sistemas de calefacción urbana compiten en precio con otras tecnologías en un mercado integrado de calefacción. Las bombas de calor son la principal alternativa.	x					
Porcentaje mínimo de renovables en la sustitución de un sistema de calefacción		x				x
Debatiéndose en el Parlamento la prohibición del uso de petróleo en todos los sistemas de calefacción		x				
Subvenciones y préstamos con intereses bajos para sustituir el sistema de calefacción que utilizaba combustibles fósiles por otro que utilice fuentes renovables y, en general, para mejorar la eficiencia energética en edificios. Opciones: aislamiento de techos, solar fotovoltaica con almacenamiento de batería, triple acristalamiento, iluminación LED, aislamiento del techo del sótano, bomba de calor para calefacción y agua caliente, modernización del Sistema de calefacción, aislamiento de la pared externa.		x			x	
Programas de inversión de capital en proyectos de redes de calefacción			x		x	
Prohibición de sistemas de calefacción que utilicen combustibles fósiles y no estén conectados a la red de gas					x	
Prohibición de sistemas de calefacción que utilicen combustibles fósiles en los edificios nuevos			x	x		
Construcción y ampliación de redes de calefacción con fondos públicos					x	
Requisitos de eficiencia energética en propiedades alquiladas					x	
Requisitos para las calderas de gas					x	
Servicio centralizado para el cambio de suministrador de gas y electricidad					x	
Ayudas a la inversión en sistemas de calefacción renovable (pequeños y sistemas de calefacción centralizada urbana)			x			
Entrega gratuita de la etiqueta de eficiencia de los sistemas de calefacción existentes						x

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.24. Medidas de orientadas a la investigación, el desarrollo y la innovación

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Creación de centros de investigación sobre energía sostenible involucrando a científicos y usuarios			x			
Financiación de proyectos y prototipos para instalar centrales eléctricas de energía renovable marina			x			
Concesión de ayudas a la inversión y préstamos condicionados a la innovación en tecnologías renovables, incluyendo demostración.			x			
Co-financiación de los proyectos de investigación entre el sector público y el sector privado				x		
Investigación para la mejora de la eficiencia en sistemas de calefacción urbana					x	
Concesión de ayudas a proyectos sobre gestión activa de la demanda, redes inteligentes y digitalización				x		
Concesión de ayudas a proyectos de investigación sobre el hidrógeno y su potencial					x	
El gobierno pone en contacto iniciativas de grupos o centros de investigación, agencias y *clústeres* empresariales.				x		
Posibilidad de transportar hidrógeno a través de la red de gas					x	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.25. Otras medidas

Medidas	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania
Programas de formación (capacitación profesional en el uso de motores y equipos eficientes)		x				
Programa de formación en técnicas de edificación eficientes desde un punto de vista energético	x					
Exención del pago de la tarifa de red a empresas intensivas en electricidad (total o parcialmente según el peso del consumo eléctrico sobre su producción)		x				
Programa de ayudas para invertir en proyectos (tecnológicamente neutrales) que consigan reducir emisiones	x					

Fuente: Elaboración propia.

4. ESTRATEGIAS PARA LA COMUNITAT VALENCIANA

En el capítulo 3 se han presentado seis casos de estudio donde se han implementado estrategias de transición energética de éxito. En el presente capítulo se lleva cabo un ejercicio de evaluación de estas estrategias poniendo el foco en la Comunitat Valenciana, con el objetivo de extraer recomendaciones que orienten su política energética.

4.1. Objetivos y metodología

El objetivo de este capítulo es evaluar las medidas identificadas en los *benchmarks* desde la perspectiva de la Comunitat Valenciana. El *benchmarking* es una técnica de gestión basada en la evaluación de un sujeto por comparación con un estándar, llamado *benchmark*.

El ejercicio de evaluación de las estrategias llevadas a cabo en las unidades muestrales (casos de estudio) se ha realizado con una investigación cualitativa basada en consultas a expertos en el sector y en la Comunitat Valenciana. Los criterios de evaluación se han sustanciado en el examen de la adecuación, la factibilidad y la aceptabilidad de las diferentes medidas al caso valenciano (Johnson, Scholes y Whitington 2007). Con tal fin, se elaboró un guion de entrevista semiestructurada para ser utilizado con los informantes de las empresas, institutos de investigación, asociaciones y técnicos de la administración seleccionados. Su selección estuvo guiada por su papel preponderante en el sector energético (p.e. I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU), industrial (p.e. Ascer), de apoyo (p.e. Aselec), o por ostentar la representación de alguna tecnología clave (p.e. Anpier), entre otros. Las temáticas tratadas derivaron de la revisión de la literatura sobre transición ecológica y energética, y los exámenes realizados en los capítulos precedentes, especialmente el de las medidas usadas por los *benchmarks*.

Una vez confeccionada la relación de expertos a entrevistar se cursó una invitación a participar en el estudio durante los meses de septiembre a octubre de 2019. Aproximadamente un tercio de los expertos seleccionados fueron consultados, bien en entrevistas personales, bien a través de medios telemáticos, entre octubre y noviembre de 2019. En total se entrevistaron a 17 expertos, mediante sesiones individuales de una duración de una hora en promedio, las cuales fueron grabadas para su posterior procesamiento. En las entrevistas participaron dos investigadores (salvo en una, que solo participó uno), lo cual facilitó el desarrollo de la entrevista y redujo el riesgo de dejar pasar cuestiones importantes no recogidas explícitamente en el guion y surgidas de forma imprevista. Todos los entrevistados recibieron por correo electrónico, con suficiente antelación, las temáticas sobre las que versaría la

entrevista y una explicación del porqué su organización o persona había sido elegida. Posteriormente, algunos expertos, más otros dos sugeridos por estos, fueron contactados para obtener información de aspectos concretos no cerrados suficientemente. En esta ocasión se usó un cuestionario con ítems de respuesta cerrada y una pregunta abierta sobre su opinión al respecto de las medidas más efectivas para la transición energética en la Comunitat Valenciana. En el **cuadro 4.1** se muestran los expertos consultados, su cargo, su institución y la fecha y el tipo de captura de datos.

La información obtenida de los expertos se ha gestionado siguiendo las pautas habituales en investigación cualitativa, donde un punto crucial es la estructura de códigos que permite la sistematización de las evidencias, obtenida de la revisión teórica y del análisis de la información recabada en los casos de estudio. Estos códigos sirven para etiquetar toda la información vertida por los expertos. Los códigos primarios usados son los siguientes:

- Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible.
- Sistema eléctrico.
- Fiscalidad medioambiental.
- Transporte y movilidad.
- Eficiencia energética.
- Investigación, desarrollo e innovación.

Con el fin de corregir sesgos y errores en la interpretación del material obtenido de los expertos, todos los registros (extractos, resúmenes, conclusiones...) fueron codificados por un investigador y validados de forma independiente por otro, consensuándose las divergencias. En el siguiente epígrafe se recogen las conclusiones del análisis.

Muchos de los comentarios que se vierten en este capítulo son opiniones de expertos que pueden ser matizadas o incluso discutidas por otros expertos. El trabajo de los autores del informe es destacarlas y modular su influencia en las conclusiones del mismo.

Cuadro 4.1. Listado de expertos consultados

ORGANIZACIÓN	Experto	Fecha	Actividad
PROTERMO SOLAR	Raúl García, Secretario General	30 de septiembre de 2019	Entrevista
INSTITUTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA (IIE)	Carlos Álvarez, Catedrático de la UPV	14 de octubre de 2019	Entrevista
POWER ELECTRONICS	Javier Tomás, Director de la Universidad Corporativa	14 de octubre de 2019	Entrevista Cuestionario
I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES SAU	Jose Luis Picard, Dirección Región Este Adolfo Reig García, Operación y Planificación Red	16 de octubre de 2019	Entrevista
ASCER	Victoria Zaera, Responsable de Asuntos Industriales	17 de octubre de 2019 18 de noviembre de 2019	Entrevista Cuestionario
ASELEC	Rafael Castillo, Presidente. Carlos Sánchez, Secretario	18 de octubre de 2019	Entrevista
FENIE ENERGÍA	Rafael Castillo, Director General	18 de octubre de 2019	Entrevista
EVOLUTIA	Alejandro Rubio, directivo Juan Carlos Leiva, directivo	18 de octubre de 2019	Entrevista
ANPIER	Luis Calatayud, delegado en Valencia	22 de octubre de 2019	Entrevista
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ENERGÍA (ITE)	Marta García, directora Alfredo Quijano, vicepresidente	23 de octubre de 2019	Entrevista
GENERALITAT VALENCIANA	José Miguel Cortés, Subdirector General de Energía y Minas. María Ángeles Segura, Jefa del Servicio de Energía. Jose Juan Esplugues, Ingeniero Industrial de la DG de Industria, Energía y Minas	15 de noviembre de 2019	Entrevista
I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES SAU	Eduardo Montejo, Jefe del Departamento de Delegaciones Institucionales	22 de noviembre de 2019	Cuestionario
NEDGIA CEGAS	Carlos Cañete, Delegado Territorial de Levante Norte de Nedgia Cegas	22 de noviembre de 2019	Cuestionario

4.2. Comparación de la Comunitat Valenciana con los benchmarks

En este epígrafe se analizan los temas que han servido para caracterizar los casos de estudio desde la perspectiva de la Comunitat Valenciana. El ejercicio tiene la dificultad de situar las medidas en el contexto de gestión correspondiente: estatal, autonómico y local.

4.2.1. Objetivos en la transición hacia un sistema energético sostenible

En este apartado se revisan los objetivos en materia de política energética de la Comunitat Valenciana en comparación con los países seleccionados como *benchmarks*.

Cuatro de los seis países analizados son miembros de la UE. Como se ha explicado en el capítulo 2, los objetivos en materia de política energética planteados a nivel europeo para el horizonte 2030 se recogen en el paquete normativo denominado "Energía limpia para todos los europeos" (2016). Este documento fija los objetivos vinculantes para toda la UE y pueden resumirse en los siguientes:

- Reducción de un 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a los registrados en 1990.
- 32% del consumo total de energía para toda la UE procedente de fuentes de generación renovable.
- Mejora de la eficiencia energética en un 32,5%.
- Capacidad de interconexión mínima de un 15% de la potencia instalada de cada estado miembro.

El **cuadro 4.2** muestra de forma sintética los principales objetivos en nivel y plazo de los países analizados. La Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030 (EVCCE 2030) indica que los objetivos energéticos de la Comunitat Valenciana para el horizonte 2030 deben adaptarse a los establecidos en las Directivas Europeas. Asimismo, se recogen objetivos generales, como el de avanzar hacia un sistema energético bajo en carbono, concienciar a la población en pro de una utilización más racional y eficiente de los recursos, disminuir la generación de residuos y mejorar su gestión promoviendo la economía circular, la previsión y adaptación al cambio climático, potenciar la investigación en esta materia o conseguir que la Administración asuma un papel ejemplarizante en materia de ahorro y eficiencia energética.

4.2.2. Sistema eléctrico

El sector eléctrico constituye un vector clave para la transición energética desde una doble perspectiva. En primer lugar, porque la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles emite sustancias contaminantes a la atmósfera, por lo que la sustitución de las mismas por fuentes de generación limpia contribuye a la reducción de la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero. En segundo lugar, porque una vez descarbonizado el sector eléctrico, se puede avanzar en el proceso de electrificación allá donde sea factible en términos físicos y de rentabilidad económico-social, para ir descarbonizando el resto de sectores.

La generación eléctrica es responsable de aproximadamente el 6% del total de las emisiones de CO_2 en la Comunitat Valenciana[23]. En España, este porcentaje asciende al 17 % en 2018. El menor peso del sector eléctrico sobre el total de emisiones de gases de efecto invernadero se debe a la estructura de generación de la Comunitat Valenciana. Como se mencionó en el capítulo 2 de este trabajo (gráfico 2.3),

[23] El porcentaje se ha estimado obteniendo en primer lugar la media del porcentaje que ha supuesto la cantidad de emisiones de CO_2 de la Comunitat Valenciana respecto al total de España durante el periodo 1990-2017. A continuación, se ha utilizado este porcentaje medio para estimar la cantidad de emisiones totales de CO_2 de la Comunitat Valenciana en 2018. Conocido el dato de las emisiones de CO_2 procedentes de las actividades sujetas al comercio de derechos de emisión europeo (EU-ETS), se ha obtenido la aportación de dicho sector eléctrico a las emisiones totales en la Comunitat Valenciana en 2018.

Cuadro 4.2. Tabla de objetivos de la transición energética comparados

	UE	Suecia	Suiza	Noruega	Finlandia	Reino Unido	Alemania	España	Comunitat Valenciana
Emisiones (GEI)	Reducción de emisiones GEI de un 40%, en 2030, respecto a 1990. Reducción de emisiones GEI de un 43% en los sectores sujetos a EU-ETS en 2030, respecto a 2005. Reducción de emisiones GEI de un 30% en los sectores difusos en 2030, respecto a 2005.	Economía neutra en emisiones de carbono en 2045. Reducción de emisiones GEI de un 85%, respecto a 1990.Reducción de emisiones GEI procedentes del sector transporte en un 70% en 2030, respecto a 2010.Reducción de emisiones GEI procedentes de sectores difusos de un 63% en 2030 y de un 75% en 2040, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 50% en 2030, con respecto a 1990. Reducción de emisiones GEI de un 70% en 2050, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 40% en 2030, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 80% en 2050, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 80% en 2050, respecto a 1990.	Reducción de emisiones GEI de un 80% en 2050, respecto a 1990.	Economía neutra en emisiones de carbono en 2050. Reducción de emisiones GEI de un 20% en 2030, respecto a 1990	Economía neutra en emisiones de carbono en 2050. Reducción de emisiones GEI de un 20% en 2030, respecto a 1990
% Consumo procedente de renovables	32% del consumo total de energía en 2030.	100% en el mercado eléctrico a partir de 2040	Producción anual media de electricidad renovable (gran hidráulica excluida): 24200 GWh (de los cuales, 11.000 GWh se corresponderían con energía solar), en 2050. Producción anual media de generación hidroeléctrica (gran hidráulica): 38600 GWh, en 2050.	67,5% del consumo energético final procedente de fuentes renovables en 2020.	Más del 50% del consumo energético final procedente de fuentes renovables en 2030.	50% del consumo eléctrico procedente de fuentes renovables en 2032.	60% del consumo energético procedente de fuentes renovables en 2050. 80% del consumo eléctrico procedente de fuentes renovables en 2050.	100% del consumo eléctrico renovable en 2050.	32% del consumo energético en 2030
Eficiencia energética	32,5% de mejora de la eficiencia energética en 2030	Reducción de al menos un 50% en la intensidad energética para 2030 respecto a 2005.	Reducción del consumo eléctrico *per capita* en un 18% en 2050 respecto a 2000. Reducción del consumo energético *per capita* en un 54% en 2050 con respecto a 2000.	32,5% eficiencia energética en 2030		Mejora de la eficiencia energética en un 20%, en 2030 con respecto a 1990.	Reducción en un 50% del consumo de energía primaria en 2050, con respecto a 2008.	Mejora de la eficiencia energética en un 39,6%	Mejora de la eficiencia energética en un 32,5% en 2030

en 2018 la electricidad se generó a través de energía nuclear (46%), ciclos combinados (22%), energía eólica (13%), cogeneración (9%), bombeo (5%), energía solar fotovoltaica (3%), energía hidráulica (2%), energía solar térmica (0,5%), residuos no renovables (0,3%) y otras fuentes de generación renovable (0,2%). Así, la generación de electricidad en la Comunitat Valenciana ha sido libre de emisiones en un 64% durante el año 2018.

Dicho porcentaje podría haber sido más elevado si se hubiese generado una mayor cantidad de electricidad a través de energía hidráulica, cuyo factor de carga se situó en el 7,5% (cuadro 2.3). Esto significa que se ha generado durante todo el año 2018 la cantidad de electricidad que se habría podido producir funcionando a potencia normal durante 27 días. Un factor de carga todavía más reducido es el que arroja la turbinación por bombeo. La utilización de las centrales de bombeo en la Comunitat Valenciana ha ido decreciendo en los últimos años, ya que su factor de carga ha pasado de estar en torno al 20% en 2013 y 2014, a caer drásticamente hasta el 7,7% en 2015 para repuntar hasta el 10,5% en 2016 y situarse finalmente por debajo del 8% en 2017 y 2018.

Si bien el porcentaje de la generación de electricidad libre de emisiones es elevado en comparación con otras comunidades autónomas, no puede obviarse el hecho que el 46% de la generación se lleva a cabo en la central nuclear de Cofrentes, cuya vida útil operativa finaliza en 2021 y para la que podría solicitarse ante el gobierno una prórroga de 10 años, previo cumplimiento de los requisitos de seguridad correspondientes.

El debate de la energía nuclear en España no se ha llevado a cabo con la misma intensidad que en otros países de su entorno. De entre los países analizados en el capítulo 3, es interesante advertir posturas radicalmente diferentes frente a esta fuente de generación, a menudo polémica. La energía nuclear no emite CO_2 ni otros contaminantes atmosféricos, por lo que algunos países siguen apostando por esta tecnología como parte de la solución para combatir el cambio climático y garantizar el suministro eléctrico. Es el caso de Finlandia y Reino Unido, donde perciben el mantenimiento de las centrales nucleares y la instalación de nueva potencia como una oportunidad para el crecimiento económico, la consolidación en sus puestos de trabajo de una mano de obra muy especializada o la posibilidad de convertirse en referencia internacional de la investigación en energía nuclear y gestión de residuos. Sin embargo, en caso de accidente, esta fuente de generación conlleva riesgos demasiado elevados para la salud de las personas y la preservación del medio ambiente, como ocurrió en Chernóbil y en Fukushima. Así lo han entendido países como Suiza o Alemania, que han tomado la decisión firme de cerrar y desmantelar las centrales nucleares tras el cumplimiento de su vida operativa útil, sin posibilidad de prórroga. En Alemania, tras el accidente de Fukushima, se aceleró el proceso de cierre y desmantelamiento de las ocho centrales más antiguas sin esperar al término de su vida útil. En Suiza, además, existe la prohibición explícita de construir nuevos reactores. Por otra parte, tras el cierre y desmantelamiento de una central, la gestión de los residuos no es un problema menor. En Suecia no se ha previsto el cierre de las centrales nucleares con anterioridad a la finalización de su vida operativa útil, salvo que criterios de seguridad así lo aconsejen, pero tampoco se fomenta este tipo de generación mediante ayudas públicas. De este modo, la decisión de invertir en nuevas centrales o de mantener o cerrar las centrales existentes se deja en manos del libre mercado y depende estrictamente de criterios de rentabilidad.

En España, el Gobierno ha acordado con las empresas propietarias de las centrales nucleares un cierre escalonado de las mismas. Llegado el momento, los 1.064 MW de potencia nuclear instalada en la Comunitat Valenciana deberán sustituirse por otras fuentes de generación, preferiblemente renovables, para seguir en la senda marcada por la transición energética.

A continuación, se presentan las previsiones de la evolución de las dos fuentes de energía renovable con mayores perspectivas de crecimiento en el *mix* eléctrico de la Comunitat Valenciana, de acuerdo con el borrador de la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía, así como la percepción en torno a las mismas de los expertos consultados.

Energía solar fotovoltaica

La mayoría de expertos señalan que la energía solar fotovoltaica tendrá un buen recorrido (recientemente se ha aprobado el RD que garantiza su rentabilidad durante los próximos 12 años, situada en el 7,39% para las posteriores a 2013), a pesar de que consideran que existe una burbuja en las solicitudes de generación (un experto comenta que en la Comunitat Valenciana hay 600 millones depositados en avales para instalaciones fotovoltaicas, que suponen 15.000 MW). Desde Anpier trabajan con previsiones para el sector en línea con las que el Ministerio maneja para el conjunto del Estado. El sector, comentan, ha padecido 7 años de atonía por el llamado "impuesto al sol y por la prohibición de instalaciones en suelo" y ahora "se ha vuelto a abrir", aunque afirman que desgraciadamente "hemos perdido el liderazgo internacional".

Los expertos también destacan la escasez de macroinstalaciones para generar energía renovable en la Comunitat Valenciana. Observan que hace falta terreno (superficie y precio), lo que obliga a alejarse hacia poblaciones como Requena o Villena. Este aspecto es una debilidad, pues otras comunidades autónomas ofrecen terreno disponible y muy barato.

En relación al autoconsumo, los expertos informan que se han estado haciendo instalaciones, pero que no ha terminado de despegar por la tardanza en la publicación del reglamento que desarrolla el Real-Decreto Ley desde la publicación de este último, reglamento necesario para que las distribuidoras agilicen los trámites de concesión de solicitudes de enganche. Finalmente, la publicación del Real-Decreto-Ley 15/2018 de 5 de octubre de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores y del Real Decreto 244/2019 de 5 de abril por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica se espera que potencie el desarrollo del autoconsumo, pues elimina las barreras contenidas en la regulación anterior.

Las previsiones de la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030 señalan un crecimiento de la potencia instalada en energía solar fotovoltaica desde los 361 MW de 2008 a 2.500 MW en 2030, lo que supone un incremento de casi un 600%.

Energía eólica

La energía eólica terrestre es de las fuentes de generación renovable más desarrolladas en España. Según la percepción de algunos expertos, las grandes empresas ya han copado las mejores ubicaciones, por lo que ulteriores desarrollos pueden venir por la reformulación de los planes eólicos o por la vía de la repotenciación en un futuro más o menos inmediato, según la antigüedad de las instalaciones[24]. La repotenciación no está exenta de dificultades pues requiere una mayor capacidad de evacuación en las redes y pistas de un tamaño suficiente para transportar los nuevos aerogeneradores, con mayor potencia instalada y mucho más grandes.

Otra posibilidad al alcance de la Comunitat Valenciana es la instalación de capacidad en energía eólica marina. Los parques eólicos marinos pueden instalarse "en aguas profundas" o "flotantes". No hay ningún parque comercial en la actualidad en la Comunitat pero sí proyectos para su desarrollo, como el proyecto "Flotant" que tiene como objetivo obtener una solución para la instalación de parques marinos eólicos en aguas profundas (entre 100 y 600 metros) incurriendo en unos costes sensiblemente inferiores a los actuales.

[24] Con la repotenciación, por medio de la sustitución de aerogeneradores, se podría llegar a duplicar la generación de los parques más antiguos de España.

La Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía prevé una potencia instalada en energía eólica (terrestre y marina) de 4.500 MW, un 83% superior a la de 2018.

En relación al resto de fuentes de generación, respecto a 2018, la potencia instalada prevista supone un incremento de un 520% en el grupo *Otras Renovables*, que en el caso de la Comunitat Valenciana se corresponde con biomasa y biogás, fundamentalmente biogás para autoconsumo en depuradoras, aplicaciones agrícolas, ganaderas e industria agroalimentaria; un incremento de un 65% en cogeneración, un incremento de un 2% en ciclos combinados; un incremento de un 3% en energía hidráulica, la eliminación de la generación a través de residuos no renovables y una disminución de un 2% en turbinación de bombeo.

Evolución de la demanda eléctrica

En lo que respecta a la previsión de la demanda eléctrica en los próximos años, por un lado, cabe esperar un incremento como consecuencia del proceso de electrificación en los sectores residencial, industrial y de transporte (vehículo eléctrico), pero por otro lado, el impacto de las medidas de ahorro energético y de eficiencia energética así como el esperable auge del autoconsumo podrían neutralizar el mencionado incremento de la demanda o incluso dar paso a una reducción de la misma, como consecuencia del proceso de cambio desde un sistema de generación centralizada hacia un sistema de generación distribuida.

Las previsiones de evolución de la demanda de energía eléctrica recogidas en el Borrador de la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía para 2030 consisten en un crecimiento interanual del 2,5% durante el periodo 2020-2030, situando la demanda eléctrica en 36.359 GWh.

Cuadro 4.3. Potencia instalada prevista (EVCCE 2030) y generación estimada para el horizonte 2030 utilizando los factores de carga de la Comunitat Valenciana de 2018

	Potencia instalada prevista(MW)	Generación estimada (GWh)
Bombeo puro	1.480	946
Hidráulica	659	430
Ciclo combinado	2.916	4.209
Eólica	4.500	9.192
Solar fotovoltaica	2.500	3.660
Solar térmica	50	88
Otras renovables	80	235
Cogeneración	764	2.710
	Total producción B.C.	21.470
	Consumos propios y de bombeo	-1273
	Demanda prevista 2030 (EVCCE)	36.359
	Necesidad de intercambios	16.162
	(adquisición de electricidad	
	de otras CCAA)	

Fuente: Elaboración propia.

Estimación de la generación eléctrica para el horizonte 2030

El **cuadro 4.3** muestra la potencia instalada prevista por la Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía así como la estimación de la generación por fuentes de generación para el horizonte 2030. La estimación se ha realizado teniendo en cuenta los factores de carga de las diferentes tecnologías obtenidos en el capítulo 2 para el año 2018 (cuadro 2.3). Cabe remarcar que los resultados son conservadores, ya que el factor de carga de los ciclos combinados y de la energía hidráulica es muy reducido actualmente, debido a la escasa participación de estas fuentes de generación en el *mix* eléctrico. Sin embargo, en un escenario sin generación nuclear en toda España, cabría esperar un aumento del precio del *pool* y la consiguiente mayor participación de las mismas, lo que incrementaría su factor de carga y la producción, disminuyendo la necesidad de intercambios de electricidad con otras comunidades autónomas para satisfacer la demanda de la Comunitat Valenciana. Por otra parte, la

mejora previsible del rendimiento de las diferentes tecnologías como consecuencia del avance tecnológico también contribuiría a incrementar la producción. Finalmente, con la misma potencia instalada, la posibilidad de almacenar electricidad directamente (o indirectamente a través del bombeo o tecnologías como el *Power to Gas)* podría contribuir a incrementar la producción y a mejorar la garantía de suministro.

Como se observa en el cuadro 4.2, con la potencia instalada y demanda eléctrica previstas por la EVCCE 2030, la Comunitat Valenciana tendría una cuota del 63% de generación renovable y necesitaría adquirir electricidad a otras comunidades autónomas por valor de 16.162 GWh.

Teniendo en cuenta que el objetivo marcado para el consumo de renovables es alcanzar el 100% del consumo eléctrico en 2050 a nivel estatal, la incertidumbre asociada a las previsiones y al rendimiento en la evolución de las diferentes tecnologías y de la demanda, así como el hecho que del total intercambiado con otras comunidades autónomas una parte podría ser generado a partir de fuentes renovables, puede afirmarse que la Comunitat Valenciana está en el camino de cumplir los objetivos. No obstante, habida cuenta del potencial de desarrollo de energías renovables existente en la Comunitat Valenciana debería tratar de explotarlo al máximo para dejar de ser compradora neta y convertirse en vendedora neta de electricidad limpia a otras comunidades autónomas.

Una solución tecnológica con gran potencial en la Comunitat Valenciana es el gas renovable o biometano. Se obtiene a partir del biogás, de la gasificación de la biomasa o del denominado *Power to Gas*. Este último consiste en la utilización de los excedentes de electricidad de fuentes como energía eólica o solar para separar el hidrógeno del agua mediante un proceso de electrólisis. El hidrógeno puede almacenarse y sirve para producir metano a partir de CO_2. De este modo, este proceso estaría actuando como sumidero de CO_2.

El gas renovable se inyecta directamente a la red de gas para generar electricidad o calor en usos de transporte, domésticos o industriales. Constituye, por tanto, una solución complementaria a la electrificación y, además, un ejemplo claro de economía circular en el sentido que aprovecha los residuos agrícolas, elementos orgánicos de vertederos, aguas residuales, residuos orgánicos (industriales, domésticos o comerciales) o biomasa para obtener biogás y, tras proceso upgrading, gas renovable o biometano. Mediante el *power to gas*, la energía excedentaria producida a través de energías renovables no se pierde sino que se almacena para ser utilizada posteriormente, y, además, en el proceso de transformación se produce la captación de CO_2 de la atmósfera.

El gas renovable forma parte de los biocombustibles cuyo desarrollo se fomenta a través de la regulación en países europeos como Alemania, Reino Unido o Suecia. Actualmente, según informa Nedgia, existen 170 plantas de biogás y 2 plantas de gas renovable ubicadas en Madrid que inyectan gas renovable a la red, mientras que en la Comunitat Valenciana tienen detectados y/o en estudio alrededor de 50 proyectos sobre gas renovable. El potencial de gas renovable en Comunitat Valenciana procedente de biogás de la biodegradación de residuos orgánicos ascendería a 1.295 GWh/año, a los que habría que sumar el gas renovable procedente de la biomasa y el procedente del power to gas, según el informe de Energylab "Estudio del potencial de biometano en España" (2018), referenciado por Nedgia.

Red de distribución

Uno de los activos clave con los que cuenta la Comunitat Valenciana para el desarrollo de las energías renovables es la red de distribución, sometida a una creciente complejidad con la penetración de los recursos descentralizados. Esta red está gestionada en su práctica totalidad por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU en la Comunitat Valenciana.

Los expertos consultados mantienen posiciones opuestas en torno a la evaluación de la

misma. Por una parte están los que opinan que la red actual, muy digitalizada, es suficiente para los próximos años, aun cuando indican que es deficitaria en algunas ubicaciones y ven la necesidad de seguir avanzando en la *operación de red* (algoritmia, dispositivos electrónicos...). Además, consideran que el operador (I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU) cuenta con una gran experiencia de gestión que contribuye a reforzar el valor de la red. Por ejemplo, acumula un gran saber hacer derivado de la experiencia en la gestión de zonas con elevado estrés, como las turísticas en verano, o zonas afectadas por la gota fría. Para suplir el déficit de red, los expertos apuestan por las baterías, cada vez más eficientes.

Desde I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU destacan que la clave no está tanto en "poner más cables" como en "hacer más inteligente la red". Explican que están transformando la red pasiva a la red activa donde el cliente puede generar electricidad para su autoconsumo e inyectar el excedente al sistema. La red inteligente (*smart grid*) está mejorando los procesos: averías (afirman que prácticamente ya no hay cortes de red), rapidez en las soluciones a las incidencias, mantenimiento preventivo, mejora en la planificación de la red, y de forma más reciente, la detección de fraude. Además, la red inteligente —explican—, es una pieza clave en la transición energética ante los desafíos derivados de la movilidad, las nuevas tecnologías de generación, el autoconsumo y el almacenamiento en pequeña escala, dado que la red inteligente cumple la función de almacenamiento, en el sentido que la electricidad puede redirigirse rápidamente desde unos puntos a otros, en función de las necesidades de consumo. El paso siguiente será gestionar el consumo de una forma mucho más inteligente y proactiva.

En el lado opuesto están los que consideran que la red es rehén de un modelo obsoleto, basado en unos pocos puntos de entrada (generación) y muchos puntos de consumo alejados de la generación. Explica un experto que en el actual sistema "REE deja la electricidad en los puntos de entrada (nodos) y la distribuidora se ocupa de distribuir la electricidad. Los nodos tienen una capacidad con un rango establecido por una fórmula, pero la distribuidora no concede enganche si se alcanza el mínimo del rango. Esta fórmula se está usando como barrera de entrada a la generación". Según los expertos, hay una mesa en la que están trabajando REE, I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU y la administración con el fin de modificar esta pauta, pues se podría llegar a doblar la capacidad de los nodos. Opinan, pues, que "la red física no es obstáculo para que se desarrollen las renovables, ya que con la actual se puede doblar".

Volviendo al modelo de red, explican estos expertos que existen otras alternativas. En concreto, un experto representante de una de las tecnologías renovables indica que se podría apostar por un modelo más diversificado, donde los municipios de la Comunitat Valenciana con potencial de consumo (entre 500 y 600 poblaciones), dispongan de parques propios construidos con independencia de la red existente, lo que exigiría que el distribuidor tuviera la obligación de ir a buscar la electricidad donde se generara. Este modelo evitaría la pérdida de energía que se produce al separar la generación del consumo, además de que podría evitar la especulación del suelo y de solicitudes existente en la actualidad.

Con respecto al tema de las solicitudes, I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU confirma la existencia de especulación en las peticiones de enganche, pues de cada 100 informes, solo se formalizan 20. Estos informes (emitidos por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes SAU), explica la distribuidora, dependen de las posibilidades y necesidades de la red, la cual también está afectada por la red de alta tensión, lo que requiere de una coordinación entre las redes de alta y media tensión que podría mejorarse.

La opinión mayoritaria de los expertos apunta a que la red en la Comunitat Valenciana es un punto fuerte para la transición energética, aunque se recomiendan mejoras en:

- La regulación y reglamentación. Por ejemplo, se apunta que la red inteligente es una gran oportunidad como potenciador de las energías renovables, pero requiere de inversiones y esfuerzos para poder aprovecharla. Entre otras cosas, se propone que los costes de la digitalización de la red puedan integrarse en los costes regulados, para no frenar esta inversión, aunque también se indica que los costes relacionados con las telecomunicaciones son cada vez más bajos.
- La gestión para resolver solicitudes, simplificando trámites que pasan por demasiadas instancias (empresa distribuidora, Medioambiente, Administración local y Autonómica...) y dando más certidumbre en los plazos.
- El sistema informático de la Administración.
- La transparencia, dando señales de cuán probable o necesario es un enganche con mapas de necesidades, puntos saturados... (se apunta a que ya se está trabajando en esto).

Un punto débil de la red con mayor presencia de renovables es la ausencia de baterías, elemento fundamental para estabilizar la red y dar seguridad (evitar apagones). Comenta un experto que "en España no se está apostando por ellas, a diferencia de otros países como Estados Unidos, Australia y Reino Unido, con proyectos muy importantes, donde las eléctricas tienen baterías en sus propias instalaciones (cita un caso en USA)". Para este experto, "con baterías se podría llegar al 100% de renovables".

Prácticas observadas en los benchmarks

Buena parte de las medidas de política energética representativas de la transición en los países analizados en el capítulo anterior relativas a la promoción de fuentes renovables y al diseño del mercado eléctrico, si bien son percibidas como medidas interesantes por parte de los expertos, sin embargo, exceden del ámbito competencial de la Comunitat Valenciana, enmarcándose bajo la competencia de la administración general del Estado. Así, por ejemplo, medidas tales como la decisión de cerrar o mantener las centrales nucleares y la gestión de sus residuos, el sistema de recargos para transferir los costes de la promoción de energías renovables a los consumidores, la reserva estratégica de seguridad para prevenir apagones, el establecimiento de un precio máximo de electricidad para los consumidores, el incremento de las interconexiones, la fijación de un precio mínimo para las emisiones de CO_2, complementando, si fuera necesario, el precio de los derechos en el mercado europeo de emisiones (EU-ETS) o la especificación de estándares de rendimiento de emisiones para limitar la cantidad vertida a la atmósfera son medidas de política energética cuya competencia corresponde al Estado. Por otra parte, las medidas de promoción de las energías renovables como el sistema de certificados de electricidad, el diseño de las primas a las fuentes de generación renovable, los contratos por diferencias entre generadores de energía renovable y el Estado que les permiten asegurarse un precio mínimo para la generación producida de forma limpia, las cuotas obligatorias de generación y de consumo de electricidad a través de fuentes renovables o la acreditación de haber adquirido certificados a otros que hayan producido energía a partir de este tipo de fuentes mediante la creación de un mercado de certificados de garantías de origen se enmarcan dentro de la política regulatoria y retributiva del Gobierno de España sobre la que las comunidades autónomas no tienen margen de actuación.

Otras medidas puestas en marcha en los países analizados que podrían implementarse o reforzarse a nivel autonómico junto a las sugeridas por los expertos consultados en el ámbito del sector eléctrico son las siguientes:

- Las ayudas o subvenciones a la inversión en las energías renovables que no sean competitivas con la tecnología actual, en zonas donde se encuentren los recursos o fuentes de generación, priorizando aquéllas donde vaya a realizarse efectivamente el consumo para reducir las pérdidas de transporte y las que puedan suponer una revitalización de parte de un territorio o de un sector en declive como el agrícola o ganadero.
- Las ayudas o subvenciones a la inversión en capacidad instalada en energías renovables con fines de autoconsumo a partir de recursos autóctonos.
- Convocatorias de licitación de proyectos de fuentes de generación renovable que presenten propuestas innovadoras y justifiquen razonadamente su viabilidad técnica e interés social (economía circular, valorización energética de los residuos).
- El acortamiento y la racionalización del procedimiento de autorización de nuevos puntos de acceso a la red, facilitando la tramitación a todos los niveles (autonómico, local...) de instalaciones renovables a la vez que garantizando la factibilidad de la ejecución de los proyectos.
- El acortamiento de los plazos de respuesta de la administración ante las nuevas autorizaciones y/o modificaciones de impacto ambiental de instalaciones de aprovechamiento energético de residuos.
- La transparencia de información a través de la creación de un Centro de Datos (*Data Hub)* que concentrara la información relativa a la capacidad de conexión disponible en la red, caracterización de la demanda por zonas geográficas, segmentos de consumo y su evolución, o la procedencia de la electricidad generada (renovable/no renovable), entre otra información relevante.
- El fomento del papel activo del consumidor (gestión de demanda activa), a través de la digitalización de las redes más cercanas al consumo. Los consumidores deben poder acceder a la máxima cantidad posible de información para tomar decisiones informadas.
- La promoción de programas de formación a las comunidades energéticas locales para fomentar el autoconsumo compartido.
- La subvención de las baterías en tanto en cuanto no sean viables económicamente, para fomentar el autoconsumo y garantizar la seguridad de suministro.

4.2.3. Fiscalidad medioambiental

En el estudio de casos realizado en el capítulo 3, dos medidas relativas a fiscalidad han emergido como más transversales: los impuestos sobre energía y sobre emisiones de CO_2. La primera está en línea con lo que se hace en la Comunitat Valenciana gravando las energías no renovables, pero no la segunda, que por ejemplo sí grava Andalucía, más allá del aplicado a vehículos. La Comunitat Valenciana grava con el impuesto propio sobre actividades que inciden en el medio ambiente (Ley 10/2012, de 21 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat) "la incidencia, alteración o riesgo de deterioro que sobre el medio ambiente ocasiona la realización de determinadas actividades, a través de las instalaciones y demás elementos patrimoniales afectos a aquéllas que se encuentren radicadas en el territorio de la Comunitat Valenciana, con el fin de contribuir a compensar a la sociedad el coste que soporta y a frenar el deterioro del entorno natural". Sus hechos imponibles son los daños, impactos, afecciones y riesgos para el medio ambiente derivados de:

- La producción de energía eléctrica, salvo en los casos de instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar o

eólica, o en centrales que utilicen como combustible principal la biomasa o el biogás, la producción de energía eléctrica incluida en el régimen especial regulado en la Ley 54/1997, o la producción de energía eléctrica para el autoconsumo. Todo ello con algunas restricciones.
- La producción, tenencia, depósito y almacenamiento de sustancias consideradas peligrosas.
- Las actividades que emitan a la atmósfera óxidos de nitrógeno (NO) o dióxido de azufre (SO2).

Por este impuesto se recaudó, de acuerdo con la Secretaría General de Financiación Autonómica y Local, Subdirección General de Relaciones Tributarias con las Comunidades Autónomas, 17,5 millones de euros en 2018, aproximadamente 3,7 millones menos que en 2017.

Las opiniones de los expertos consultados han girado en torno a las subvenciones[25], la fiscalidad y la tramitación. Se apuesta por una reforma fiscal medioambiental bajo el principio de "quien contamina paga" para no obstaculizar la transición. Además, se propone cambiar el actual sistema tributario cuyo fin es meramente recaudatorio a otro en el que se pague en función de las emisiones para financiar los costes del cumplimiento de los objetivos de reducción de las mismas (financiación dirigida). De las medidas observadas en los *benchmarks*, los expertos consideran importantes las siguientes (algunas quedan dentro del ámbito de la Comunitat y otras lo exceden):

- Impuesto sobre el consumo de combustibles fósiles para vehículos de motor (más elevado para el diésel que para la gasolina).
- Medidas fiscales de promoción de vehículos eléctricos.
- Reducción del importe del impuesto de matriculación para los vehículos con etiqueta energètica.
- Tasa por congestión de tráfico en las ciudades.
- Deducciones fiscales a las empresas que se comprometan a alcanzar objetivos de eficiencia energética.
- Reducción del importe del impuesto de matriculación para los vehículos con etiqueta energética.
- Medidas fiscales de promoción de vehículos híbridos.
- Deducciones fiscales por la inversión en la mejora de la eficiencia de los edificios.
- Tasas de circulación de vehículos crecientes en el tiempo para fomentar la renovación del parque.
- Exenciones fiscales por la utilización de biocombustibles
- Impuesto sobre hidrocarburos
- Impuesto sobre CO_2 para combustibles de uso estacionario (no para transporte): petróleo para calefacción, carbón y gas natural si no se alcanzan los objetivos acordados de reducción de emisiones.
- Tasa aplicable a los vehículos pesados en base a la distancia recorrida en las carreteras nacionales.
- Tasa sobre tráfico aéreo aplicable a todos los vuelos que partan de aeropuertos del país.
- Reducción del importe del impuesto de matriculación para los vehículos con etiqueta energética
- Impuestos finalistas destinados a combatir los efectos del cambio climático.

También se habla de bonificaciones a la inversión en vehículo eléctrico y bomba de calor (mejor eficiencia y menos emisiones), o el incentivo al cambio de tecnologías más contaminantes a otras menos contaminantes, como por ejemplo, gasoil por gas natural.

Diversos expertos coinciden en la necesidad de "una planificación estatal estable" sensible con los pequeños productores. Preocupa la inesta-

[25] Algún experto considera que las subvenciones a la inversión ya no son necesarias en algunas tecnologías porque son viables por sí solas.

bilidad política actual. Algún experto recuerda el pasado y se pregunta "¿quién no nos dice que con un cambio de gobierno no cambie el marco?". Por parte de algunos expertos situados en la generación distribuida se subraya la necesidad de:

- Estabilidad del marco general y tributario.
- Claridad en la normativa y simplificación (y velocidad) de los trámites, aunque esto se ha aliviado mucho con el RD de autoconsumo. Afirman que "la normativa nacional está bien, pero necesitamos desburocratizar, quitar trabas".
- Cambio del modelo actual, según el cual "la distribuidora autoriza y REE da el visto bueno"; se propone en su lugar el modelo donde el generador produce energía y el distribuidor va a por la energía allá donde se genere. Según un experto, "este modelo es técnicamente posible, pero falta voluntad".

Respecto del autoconsumo de 1 kilovatio hasta 5 megavatios, se subraya que, a pesar de que muchos municipios tienen reducciones en algunos impuestos (IBI, ICIO...), no son homogéneos —lo cual sería sencillo hacerlo, apuntan— ni publicitados, con lo que su impacto se reduce considerablemente.

Los expertos coinciden en destacar que el gobierno valenciano apoya la transición, pero este apoyo no se concreta en ayudas cuantiosas. Según estos, las subvenciones de la Generalitat son escasas y poco conocidas. También se critica que se apoye la financiación y no la inversión.

El marco general y tributario afecta considerablemente a la cuestión de la rentabilidad de las explotaciones. Algunos expertos significan este aspecto como crucial. Consideran que si los plazos de recuperación son muy elevados, el incentivo a la inversión se reduce. Algunos comentan que deberían reducirse a la mitad, contando con la necesaria garantía jurídica. Con estos ingredientes, consideran que "las empresas estarían más dispuestas a hablar de tramitación y esperar a que se les concediera; pero con los plazos de recuperación de la inversión actuales, no". Si la tecnología es eficaz y eficiente, y se amortiza en la mitad del tiempo actual, el incentivo a la inversión será grande. Algunos expertos señalan a este respecto que la mejor medida para potenciar las renovables serían las subvenciones dirigidas a la inversión. Añaden que, además, las plantas deberían ser autosuficientes en su día a día, y consideran que la *retribución específica* usada en la cogeneración "fue un error del pasado que no deberíamos repetir". No obstante, la opinión de los expertos sobre el tema de las subvenciones difiere según la tecnología en la que trabajan. Así, por ejemplo, los que están centrados en la fotovoltaica consideran que "no hace falta subvención", pues las instalaciones ahora son muy baratas, se amortizan pronto, pero es crucial, como se ha indicado, "dar seguridad". Otros critican que, en casos concretos como el del sector del azulejo (atomizadores), "las ayudas al fondo de energía sigan incentivando el gas".

4.2.4. Movilidad y transporte

En el estudio de casos realizado en el capítulo 3, las medidas sobre transporte y movilidad se han dividido en tres bloques: vehículo eléctrico, biocombustibles y otras medidas.

En España existen cuatro distintivos ambientales para los vehículos[26]:

- Cero o Azul. Vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículo eléctrico de autonomía extendida (REEV), vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) con una autonomía mínima de 40 kilómetros o vehículos de pila de combustible.
- B o Amarilla. Turismos y comerciales ligeros, clasificados en el Registro de Vehículos como gasolina EURO 3/III o Diésel EURO

[26] http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/distintivo-ambiental/16tc.shtml

Cuadro 4.4. Parque de turismos por distintivo medioambiental. España y Comunitat Valenciana. Porcentajes sobre el total de vehículos. Año 2018.

Área	CERO	B	C	ECO	Sin distintivo	Se desconoce	Total
Alicante	0,05%	33,82%	28,87%	0,80%	30,20%	6,26%	100,00%
Castellón	0,04%	33,73%	28,06%	0,92%	32,26%	4,99%	100,00%
Valencia	0,05%	34,69%	27,63%	0,97%	29,81%	6,85%	100,00%
Total Comunitat Valenciana	0,05%	34,24%	28,16%	0,90%	30,26%	6,40%	100,00%
Total España	0,11%	34,03%	26,44%	1,14%	31,53%	6,74%	100,00%

Fuente: DGT (2019). L), clasificados en el Registro de Vehículos con nivel de emisiones de vehículos Euro II/2.

4/IV o 5/V. Vehículos de más de 8 plazas y transporte de mercancías, clasificados en el Registro de Vehículos con nivel de emisiones del vehículos sea Euro IV/4 o V/5, indistintamente del tipo de combustible. Vehículos ligeros (categoría C o Verde. Turismos y comerciales ligeros, clasificados en el Registro de Vehículos como gasolina EURO 4/IV, 5/V o 6/VI o diésel EURO 6/VI. Vehículos de más de 8 plazas y transporte de mercancías, clasificados en el Registro de Vehículos con nivel de emisiones del vehículos sea EURO 6/VI, indistintamente del tipo de combustible. Vehículos ligeros (categoría L), clasificados en el Regristro de Vehículos con nivel de emisiones del vehículos Euro III/3 o Euro IV/4.

- ECO. Híbridos enchufables con autonomía inferior a 40km, vehículos híbridos no enchufables (HEV), vehículos propulsados por gas natural, vehículos propulsados por gas natural comprimido (GNC) o gas licuado del petróleo (GLP).

Esta clasificación tiene su origen en el "Plan Aire 2013-2016" que clasifica los vehículos en función de los niveles de contaminación que emiten. El objetivo de las etiquetas es "discriminar positivamente a los vehículos más respetuosos con el medio ambiente y ser un instrumento eficaz al servicio de las políticas municipales, tanto restrictivas de tráfico en episodios de alta contaminación, como de promoción de nuevas tecnologías a través de beneficios fiscales o relativos a la movilidad y el medio ambiente", según informa la DGT[27].

El **cuadro 4.4** muestra los vehículos en España y en la Comunitat Valenciana, clasificados por el distintivo ambiental en 2018. Se aprecia la escasa penetración del vehículo eléctrico tanto en España como en la Comunitat Valenciana con respecto a los casos de estudio tratados en el capítulo 3, y también el menor registro de la Comunitat Valenciana en su comparación con España, que en el caso de la etiqueta CERO, dobla el dato valenciano.

Entre las medidas identificadas en los casos de estudio relacionadas con el vehículo eléctrico se han destacado 3 por su prevalencia:

- Nuevas infraestructuras de carga pública rápida.
- Subvenciones a la instalación de puntos recarga en el domicilio.
- Coordinación con entidades locales para crear o mejorar la infraestructura de puntos de carga de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos.

En relación con esta cuestión, los expertos consultados coinciden en el diagnóstico destacando que:

[27] http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/distintivo-ambiental/index.shtml

- El desarrollo del coche eléctrico está siendo muy lento.
- Las baterías son muy caras y todavía están lejos de las autonomías requeridas por muchos usuarios.
- Existe un círculo vicioso que impide que más consumidores opten por el coche eléctrico por la falta de puntos de carga, y que se creen nuevos puntos de carga (y sean operativos muchos de los existentes) por la falta de coches eléctricos.
- La falta de eficacia de las ayudas públicas no anima la compra. Muchas solicitudes no se han cobrado tras dos o tres años desde la compra del coche, o no se han solicitado por la necesidad de entrega de un coche de combustión (se apunta que la última convocatoria de ayudas no ha agotado el presupuesto previsto por falta de peticiones).

Para avanzar en la penetración del vehículo eléctrico, los expertos proponen para la Comunitat Valenciana algunas ideas sobre las que su gobierno tiene capacidad de intervención:

- Elevar y mejorar las ayudas a la compra de coches y los puntos de carga (públicos y privados). Se destaca como clave la creación de nuevas infraestructuras de carga pública rápida.
- Obligar a que todos los municipios tengan, al menos, un punto de carga.
- Renovar el parque de coches de la administración local y autonómica a eléctricos en un plazo breve. Esta medida busca arrastrar al sector privado al servir de ejemplo y forzar el desarrollo de la red de puntos de carga. Se destaca que un facilitador de esta medida es la predisposición de Gobierno Valenciano a su implantación.
- Reducir la burocracia asociada a la petición y concesión de puntos de carga.
- Coordinación con entidades locales para crear o mejorar la infraestructura de puntos de carga de vehículos eléctricos o de combustibles alternativos, por ejemplo, estaciones de gas. Esta medida se señala como clave por varios expertos. En relación con el gas, un experto considera importante el fomento de la utilización del gas natural en el transporte (terrestre y marítimo), pues es una tecnología disponible, económica y probada que proporciona grandes ahorros de emisiones de CO_2 y mejora la calidad del aire urbano en el caso del vehículo a gas.
- Reducción de las tasas por congestión, aparcamiento o de las restricciones a la circulación para vehículos eléctricos.
- Cambio de modelo hacia el concepto de movilidad como servicio (tarifa integral de servicios de transporte optando a una gama de diferentes tipos de vehículos, sin vehículo en propiedad).
- Carreteras eléctricas.

Los expertos subrayan las sinergias existentes entre la red y la movilidad. Señalan que la red inteligente será una pieza clave en la transición energética ante los desafíos derivados de la movilidad. Por ejemplo, gracias a las redes inteligentes, el operador podrá ofrecer opciones de carga (horario de carga, tipo de carga, cantidad de carga...) al cliente muy eficientes tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Las medidas observadas en los casos de estudio en relación con los biocombustibles han sido las siguientes: grandes estaciones de servicio (como mínimo 1 bomba de biocombustible), creación de un mercado de biocombustibles, certificados de compensación de CO_2 obligatorios para los vendedores de combustibles fósiles para vehículos y porcentaje mínimo de biocombustibles (mezcla) en el suministro de combustibles.

Los expertos consultados ven como clave o importante las siguientes medidas, aunque algunas trascienden la competencia autonómica:

- Clave: como mínimo una bomba de biocombustible en las grandes estaciones de

Servicio, y certificados de compensación de CO_2 obligatorios para los vendedores de combustibles fósiles para vehículos.

- Importantes: exigencia de un porcentaje mínimo de biocombustibles para los vendedores de combustibles fósiles; y creación de un mercado de biocombustibles.

Los países analizados han abordado medidas vinculadas al transporte y movilidad no tratadas en los párrafos anteriores. Nos referimos a:

- Inversión en infraestructuras para facilitar el cambio del transporte de mercancías de la carretera al tren.
- Habilitación de zonas y mejora de las vías para circular en bicicleta, caminar o para que circule el transporte público.
- Tasas de circulación de vehículos crecientes en el tiempo.
- Prohibición de venta de vehículos que utilicen combustibles fósiles.
- Uso de vehículos compartidos (*car sharing*).
- Ventajas y ayudas económicas a los propietarios de vehículos de bajas emisiones, costeadas por los propietarios del resto de vehículos.
- Préstamos a empresas y autónomos para la adquisición de vehículos de bajas emisiones.
- Fomento del servicio público de transporte
- Sistema bonus-malus para nuevos vehículos ligeros.

Ninguna de las medidas mostradas está presente en más de dos países, lo que es una muestra de la disparidad de enfoques empleados para avanzar en estas temáticas. Los expertos consultados ven como clave: (1) la inversión en infraestructuras para facilitar el cambio del transporte de mercancías de la carretera al tren, aunque es una medida que se despliega en un nivel superior al autonómico; y (2) la habilitación de zonas y mejora de las vías para circular en bicicleta, caminar o para que circule el transporte público. También destacan como importantes, sin llegar a ser clave: las ventajas y ayudas económicas a los propietarios de vehículos de bajas emisiones, costeadas por los propietarios del resto de vehículos; los préstamos a empresas y autónomos para la adquisición de vehículos de bajas emisiones; *car sharing* con facilidades de aparcamiento; y la prohibición de venta de automóviles y furgonetas diésel o gasolina nuevos a partir del año 2040.

4.2.5. Eficiencia energética

Para cumplir con los objetivos establecidos tanto nivel europeo como a nivel estatal que han sido asumidos por la Comunitat Valenciana como propios (cuadro 4.2), así como para reducir la dependencia energética internacional, será necesario estudiar la factibilidad de la sustitución progresiva de las fuentes de generación contaminantes (fundamentalmente el gas natural y, en mucha menor medida, los residuos no renovables) por fuentes renovables autóctonas no solo en la producción de electricidad sino también en la generación de energía térmica para usos industriales y domésticos.

Sector industrial

En países como Suiza, Reino Unido o Alemania se evidencia un desacoplamiento del crecimiento económico y el consumo energético y, por ende, a través de este último, de la emisión de gases de efecto invernadero en las últimas décadas. En base a los datos publicados por el INE en 2019 sobre el consumo energético en los años 2015 y 2017, el consumo energético de la industria en la Comunitat Valenciana se redujo en un 1,8% entre 2015 y 2017, mientras que el PIB se incrementó en un 7,7% durante el mismo periodo. Se redujo el consumo de los biocombustibles (45%), del carbón y coque (35%), del fuel oil (34%), del gas (33%) y del calor y otros consumos energéticos (23%). Por otra parte, se incrementó el consumo de gasó-

leo (8,7%), de la electricidad (4%) y de otros productos petrolíferos (10,8%).

Las medidas de mejora de eficiencia energética en el sector industrial se centran habitualmente en la mejora de los procesos productivos, la introducción de nueva tecnología y/o la sustitución de equipos obsoletos y en el fomento de la cogeneración.

La transición energética en el sector industrial está fuertemente condicionada por las necesidades de una gran cantidad de energía en los procesos de producción de algunos sectores intensivos en energía. Entre los que plantean más restricciones, destaca el sector de la cerámica que utiliza sistemas de cogeneración en el proceso de atomización.

Los expertos afirman que en los últimos años, el sector ha invertido recursos en la sustitución de los hornos antiguos por otros nuevos, con el resultado de mejoras en la eficiencia energética de entre un 25 y un 30% y con un periodo de recuperación de la inversión en unos 4 años. Opinan que la sustitución de la cogeneración es compleja debido tanto a cuestiones técnicas, por la falta de escala de los hornos eléctricos, como por cuestiones económicas (no se plantean un cambio de tecnología si ello exige hacer inversiones con tasas de retorno superiores a 5 años). No obstante, existen proyectos cuya finalidad es buscar alternativas, como por ejemplo una planta piloto para testear el rendimiento y la eficacia de un horno microondas a pequeña escala.

La cogeneración es un sistema eminentemente eficiente dado que aprovecha el calor residual que se desprende durante el proceso de atomización para generar electricidad con la finalidad primera de autoconsumo, vertiendo el excedente, en su caso, a la red. El problema en este caso radica en la emisión de gases de efecto invernadero y en la dependencia energética internacional por la utilización del gas natural como combustible. El gas natural es mucho menos contaminante que el resto de combustibles fósiles y puede suponer una solución transitoria aceptable, en tanto en cuanto no existan alternativas que se consideren más adecuadas. De hecho, la previsión de la Estrategia Valenciana del Cambio Climático y Energía 2030 consiste en mantener la potencia instalada tanto en cogeneración como en los ciclos combinados que también utilizan gas natural como combustible, máxime conociendo el cierre de la central nuclear de Cofrentes con la consiguiente pérdida de capacidad.

Pese a ello, como parte del proceso de transición energética, cabe estudiar y plantear soluciones a medio plazo para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de CO_2, reducir la dependencia energética internacional y, en la medida de lo posible, mejorar la competitividad de las empresas al disminuir su coste energético directamente ligado a la cotización (típicamente volátil) del gas natural en los mercados internacionales.

Sin embargo, la electrificación del sector como solución única no parece viable con la tecnología actual, tanto por los niveles de consumo como por las temperaturas que deben alcanzarse en los procesos de producción. Junto con el necesario despliegue de la red eléctrica, la energía solar fotovoltaica necesitaría una superficie muy superior a la existente para poder instalar placas solares con la potencia suficiente para atender sus necesidades de consumo y temperatura. La energía solar térmica, por su parte, podría alcanzar estas temperaturas —si hubiese superficie suficiente— pero su elevado coste actualmente la invalida como opción, al menos si el coste del cambio recayese únicamente en el sector privado. Otro problema apuntado por los expertos consultados es que la construcción de las plantas de energía solar térmica requiere de un plazo mayor (2 años más) que las fotovoltaicas. Informan desde Protermo que en España se compraron las plantas más baratas, deficitarias en sistemas de almacenamiento térmico. El coste del cambio es elevado y ello supone un obstáculo. Por ejemplo, apuntan que Gema Solar en Andalucía tiene 15 horas de almacenamiento y ha llegado a trabajar 30 días seguidos sin interrupción. Las centrales modernas en España han

trabajado enlazando la noche con el día desde marzo hasta octubre, por lo que esta tecnología puede convertirse en un sustituto de las baterías. Un experto prevé que la termosolar operará por la noche porque la fotovoltaica será más eficiente por el día.

Algún experto señala la biomasa como una posible opción, pero su rendimiento no es comparable y necesitaría ser apoyada con otras tecnologías de generación. Las calderas de biomasa son factibles en el sector textil, pues estas empresas necesitan vapor de agua y agua caliente, ambos generados por la caldera. Indica un experto en este sentido que la solar térmica sería factible para el agua caliente, pero no para vapor. Cree que tendrían problemas por la noche, pero se podría solventar con mayores pulmones (depósitos). En este caso, podría valorarse una combinación de termosolar para el agua caliente y biomasa para el vapor. Otros expertos también opinan que los avances de la biomasa serán escasos. Explican que podría ser una alternativa para sectores industriales con consumos moderados, pero aun así tendría el problema de los riesgos asociados a la garantía de servicio, pues el gas aporta mayor seguridad. Coinciden en que puede ser una buena solución en el sector textil (por ejemplo, hilaturas que con una caldera pequeña pueden funcionar), aunque dudan de si existe suficiente cantidad de recurso en la Comunitat Valenciana como para que se desarrolle y gane peso en el *mix* global; además de tener los problemas de ser cíclica, necesitar redes logísticas, no eliminar CO_2 y no ser limpia.

Pocos expertos conocen la tecnología basada en el hidrógeno. El hidrógeno producido de forma renovable se está utilizando como combustible en empresas intensivas de energía en diferentes países de los analizados en el capítulo 3 como Suecia o Reino Unido, entre otros. Algunos afirman que se empieza a hablar de ella en los foros especializados y que será relevante en el futuro, pero no hay previsiones concretas sobre su desarrollo e impacto. El ITE está trabajando en algún proyecto, pero los expertos consultados de este instituto destacan la dificultad para el desarrollo de esta tecnología por los problemas de almacenamiento. Este instituto considera que la producción está en una fase incipiente y que hace falta mucha investigación para que sea una opción real en el medio plazo. Otros expertos señalan que, además, su rendimiento es bajo (25% respecto del de la gasolina) y su producción cara.

Por último, el gas renovable podría utilizarse como sustituto del gas natural para abastecer el suministro doméstico, comercial e industrial en el mencionado proceso de atomización de las empresas del sector cerámico y en otras empresas intensivas en energía ubicadas en las provincias de Valencia y Alicante. La ventaja del gas renovable, además de tratarse de una energía limpia y contribuir a la economía circular, es que puede inyectarse directamente en la red de gas actual. Como se ha indicado anteriormente, existe potencial para esta tecnología en la Comunitat Valenciana pero necesitaría de ayudas por parte de la Administración, cambios regulatorios y/o subvenciones para su desarrollo.

Algunas de las medidas que podrían implementarse en la Comunitat Valenciana para mejorar la eficiencia energética de las empresas que han sido aplicadas en alguno/s de los países analizados en el capítulo 3 o bien propuestas por los expertos consultados son las siguientes:

- Ayudas para incorporar energías renovables en los procesos de producción.
- Convocatorias para otorgar ayudas a empresas que alcancen un determinado nivel de energía renovable durante un periodo determinado.
- Líneas de apoyo a empresas para instalar sistemas que utilicen el calor residual en sus procesos de producción.
- Ayudas para la realización de estudios, auditorías energéticas e informes que orienten y faciliten la sustitución de instalaciones o equipos para obtener mejoras en

la eficiencia energética o reducción de emisiones.

- Desarrollo de instalaciones de producción de gas renovable para la inyección de esta energía en el sistema gasista por parte de la Administración en las instalaciones de titularidad pública con gestión pública o privada.
- Obligación de digestión anaeróbica de los residuos biodegradables y aprovechamiento energético mediante la inyección de biometano en el sistema gasista; previo a procesos de compostaje.
- Establecimiento de incentivos económicos para evitar el traspaso de residuos de una comunidad autónoma a otra.
- Inclusión de criterios de sostenibilidad en la contratación pública. Por ejemplo, en los concursos públicos de compra de gas natural en los centros públicos, exigir un porcentaje mínimo de gas renovable o, alternativamente, incluir un coeficiente adicional al precio del gas natural que mejore la calificación de la oferta de la comercializadora en razón a la aportación porcentual de gas renovable en su oferta global.
- Concesión de ayudas a empresas cuyos programas de mejora de eficiencia eléctrica resulten adjudicados en licitaciones.

Sector residencial

La normativa comunitaria establece que todos los edificios nuevos de carácter público deben ser de consumo casi nulo a partir del año 2021. El sector residencial es el responsable de aproximadamente una cuarta parte del consumo en Europa. Las medidas de política energética dirigidas a este sector son en su mayoría comunes a todos los países analizados en el capítulo 3 y se basan en la certificación energética de los edificios, en los requisitos o estándares de eficiencia tanto en edificios como en electrodomésticos y sistemas de calefacción nuevos, en las ayudas para la sustitución de los antiguos menos eficientes y, en su caso contaminantes, por otros con mejores rendimientos y/o renovables, en la reforma de los edificios antiguos para mejorar el aislamiento térmico y en la actuación ejemplarizante de la Administración con sus edificios. En cuanto a los sistemas de calefacción, en los países que han sido objeto de estudio en este trabajo se fomenta la sustitución del petróleo o el carbón por la biomasa sólida, los biocombustibles, el biogás y el gas renovable.

Las fuentes de energía renovables que podrían utilizarse en el sector residencial para usos domésticos (agua caliente sanitaria, sistemas de calefacción) en la Comunitat Valenciana en la actualidad son la solar térmica, la biomasa, el biogás, el gas renovable, la solar fotovoltaica o la geotérmica. La calefacción solar térmica no se considera competitiva en usos domésticos (baja temperatura), salvo que el sistema sea nuevo o se haga a través de una red, como en Tudela. En relación con los sistemas de calefacción centralizada, los expertos consideran que en España ha habido menos necesidad, aunque podrían tener cierto recorrido en polígonos industriales y en el sector sanitario (citan casos como los de algún hospital en Navarra o el de Alcalá de Henares).

Las medidas extraídas de las experiencias de los países analizados junto con otras sugeridas por los expertos se relacionan a continuación:

- Ayudas para la sustitución del petróleo o el carbón por biocombustibles, biomasa sólida, bombas de calor, gas renovable, biogás o el hidrogeno.
- Porcentaje mínimo de renovables en la sustitución de un sistema de calefacción, condicionado o no a la recepción de ayudas.
- Ayudas a la inversión en sistemas de calefacción renovable (pequeños y sistemas de calefacción centralizada urbana).
- Subvenciones y préstamos con intereses bajos para sustituir el sistema de calefacción que utilizaba combustibles fósiles por otro que utilice fuentes renovables y, en

general, para mejorar la eficiencia energética en edificios (aislamiento de techos y paredes, iluminación LED, solar fotovoltaica con batería, bomba de calor para calefacción y agua caliente).

- Fomento de redes de calefacción.
- Exigencia de dotar a los edificios de condiciones de climatización pasiva.
- Campañas informativas sobre ahorro energético.
- Campañas informativas y asesoramiento sobre posibilidades de sustitución de calderas.
- Objetivos obligatorios de reducción de consumo energético.
- Fomento de las cooperativas energéticas.
- Requisitos de eficiencia energética en propiedades en alquiler.

4.2.6. Investigación, desarrollo e innovación

Los expertos coinciden en la necesidad de apostar fuertemente por la I+D+i para avanzar en la transición energética.

Un punto clave para estabilizar el sistema energético con la creciente penetración de las renovables son las baterías. Han mejorado muchísimo en los últimos años y su coste se ha reducido a la cuarta parte, por lo que su instalación en grandes y pequeñas instalaciones será exponencial en los próximos años. Asociado al tema de las baterías está el de la electrónica de potencia, que permite trabajar con alterna y continua. Este área será un punto importante en el desarrollo futuro de la red y exigirá un gran esfuerzo en I+D+i, destaca un experto representante de una de las empresas de capital valenciano punteras en este campo.

En relación con las empresas que están canalizando una gran parte del esfuerzo investigador, desde el ITE (Instituto Tecnológico de la Energía) informan de la buena posición de la Comunitat Valenciana en tecnologías de generación, donde contamos con uno de los pocos fabricantes de paneles solares que quedan en España. También tenemos varias empresas dedicadas al diseño de estructuras avanzadas y un fabricante de generación eólica. En la parte de ingeniería la Comunitat Valenciana cuenta con empresas asimismo punteras, con fuertes crecimientos en el extranjero. Todo este tejido empresarial representa un gran activo para la Comunitat Valenciana y un instrumento para canalizar las políticas públicas de I+D+i.

Los expertos coinciden en la necesidad de apostar fuertemente por la I+D+i para desarrollar las tecnologías renovables susceptibles de aplicación en la Comunitat Valenciana, como por ejemplo, la energía eólica marina, la energía geotérmica, la hibridación de paneles solares con torres eólicas, la energía solar generada a partir de paneles solares flotantes en embalses, el *Power to Gas* o la gasificación de la biomasa. Algunas han desarrollado iniciativas propias, como la plataforma CONCENTRA (www.solarconcentra.org) que busca la promoción de la termosolar de concentración vía I+D+i.

La captación de CO2 es una las temáticas más susceptibles de I+D+i. Por ejemplo, aunque todavía no son eficientes, los hornos para el sector cerámico que captan emisiones ya son una realidad y podrían ser una opción si se apostara por ellos, pues de momento no son viables para los volúmenes producidos por las grandes azulejeras castellonenses.

Las áreas de investigación prioritarias para los países europeos analizados son las siguientes: i) el proceso de desmantelamiento de las centrales nucleares y el almacenamiento de los residuos nucleares; ii) las energías renovables y, en particular, el hidrógeno, la celda de combustible y la eólica marina, iii) la bioeconomía basada en la silvicultura, la producción de alimentos y la economía circular; iv) la movilidad eléctrica; v) la eficiencia energética, vi) la captura y almacenamiento de CO_2; vii) la electrólisis para transformar electricidad en hidrógeno o gas natural sintético; viii) las redes inteligentes; ix) los sistemas de almacenamiento; x) la

generación distribuida; xi) la digitalización del sector eléctrico y xii) la gestión de los datos.

Las medidas implementadas en los países analizados en el capítulo 3 que se entienden adecuadas para fomentar la investigación, desarrollo y demostración en la Comunitat Valenciana se exponen a continuación:

- Creación de centros de investigación sobre energía sostenible involucrando a científicos y usuarios.
- Financiación de proyectos y prototipos para instalar centrales eléctricas de energía renovable marina.
- Concesión de ayudas a la inversión y préstamos condicionados a la innovación en tecnologías renovables, incluyendo demostración.
- Co-financiación de los proyectos de investigación entre el sector público y el sector privado.
- Investigación para la mejora de la eficiencia en sistemas de calefacción urbana.
- Concesión de ayudas a proyectos sobre gestión activa de la demanda, redes inteligentes y digitalización.
- Concesión de ayudas a proyectos de investigación sobre el hidrógeno y su potencial.
- Puesta en contacto por parte de la Administración de iniciativas de grupos o centros de investigación, agencias y *clusters* empresariales.

Algunas de ellas se consideran clave por los expertos consultados, además de ser medidas donde la Administración Autonómica tiene las competencias, a saber: creación de centros de investigación sobre energía sostenible involucrando a científicos y usuarios, concesión de ayudas a la inversión y préstamos; cofinanciación de los proyectos de investigación entre el sector público y el sector privado; y concesión de ayudas a proyectos de investigación sobre el hidrógeno y su potencial.

4.2.7. Otros

De las entrevistas con los expertos hemos obtenido opiniones y reflexiones relativas a algunos retos que enfrenta la Comunitat Valenciana. Uno de ellos es la formación del capital humano. Desde el ITE enfatizan la gran oportunidad que suponen las baterías, pieza fundamental en el desarrollo de las redes distribuidas. Concretamente refieren la necesidad de adaptar la Formación Profesional y algunos grados universitarios a contenidos centrados en las baterías. También significan las oportunidades de empleo para la Comunitat Valenciana si logra alcanzar masa crítica en el desarrollo y producción de baterías basadas en tecnologías incipientes, no en las ya desarrolladas, donde otros países ya han consolidado ventajas competitivas. Esta iniciativa encontrará una fortaleza en la tecnología electrónica, donde la Comunitat Valenciana es puntera en sectores como el automóvil.

La Asociación de Empresarios Instaladores Eléctricos, Telecomunicaciones y Energías Renovables de Valencia coincide en este diagnóstico y demanda. Informan de la gran necesidad de técnicos electricistas y de ingenieros eléctricos. La asociación ya está trabajando en proyectos con centros de Formación Profesional y Bachillerato para fomentar la especialidad, pues aunque valoran positivamente la formación recibida actualmente, consideran que es necesaria la potenciación del área electrónica, donde la empleabilidad —dicen— es total. Al hilo de los módulos, perciben excesiva fragmentación en los títulos ofrecidos, impidiendo que algunos centros alcancen la masa crítica en algún título. A este respecto recomiendan la integración de algunos módulos, acercar “el aula a la empresa”, enseñar en el aula riesgos laborales para que la integración del personal (incluso en prácticas) sea mucho más rápida, y etiquetar los módulos con el término digitalización para garantizar la orientación de los contenidos hacia esta materia.

5. CONCLUSIONES

En este capítulo se recogen las principales conclusiones y se presentan unas reflexiones y recomendaciones finales con el objeto de contribuir a la identificación de los aspectos considerados clave a lo largo de la elaboración de este trabajo. Tras la revisión del corpus técnico y regulatorio, el análisis de experiencias de éxito de los países que encabezan el *ránking* de los más avanzados en el proceso de transición energética, así como la opinión de un grupo de expertos en el sector energético de la Comunitat, se destacan como elementos clave los siguientes: i) sistema eléctrico (diseño de mecanismos de mercado, redes de transporte y distribución); ii) fomento de fuentes de generación renovable; iii) fiscalidad medioambiental; iv) transporte y movilidad; v) eficiencia energética; y vi) investigación, desarrollo e innovación.

Una primera conclusión general para conseguir el objetivo de la reducción de gases de efecto invernadero en la senda hacia la neutralidad de emisiones es que la solución no pasa por una única fuente de energía sino que deben aprovecharse todas las fuentes de energía renovables disponibles y perseverar en la investigación, desarrollo e innovación para encontrar nuevas formas de generar energía respetuosas con el medio ambiente.

Habida cuenta de la disponibilidad de recursos en la Comunitat Valenciana para utilizar fuentes de energía renovable como la solar (fotovoltaica y térmica), la eólica (terrestre y marina), la geotérmica o la bioenergía, el sector eléctrico se convierte en un factor clave para la transición energética. Así, la apuesta firme y el desarrollo de estas energías limpias junto con la electrificación del resto de sectores, siempre y cuando sea técnica y económicamente factible, supondrá un gran paso hacia la descarbonización.

El éxito de la consecución de los objetivos planteados en el proceso de transición energética está fuertemente condicionado por la voluntad de los gobiernos plasmada en políticas regulatorias y de fomento a la inversión. En la actualidad, algunas tecnologías de generación eléctrica como la energía solar fotovoltaica son ya competitivas en costes, por lo que las ayudas a la inversión en esta tecnología a gran escala han dejado de ser necesarias. Cuestión diferente es que las ayudas respondan al establecimiento de incentivos económicos para fomentar la instalación de placas solares con fines de autoconsumo en los sectores industrial, comercial y residencial. Otras medidas complementarias a la anterior y que han resultado eficaces en algunos de los países analizados son las campañas informativas a los ciudadanos para aumentar su conciencia medioambiental y su conocimiento sobre las ventajas económicas de cada tipo de tecnologías así como la función ejemplarizante de la Administración en los edificios públicos. Otras tecnologías cuyo desarrollo es más incipiente requieren de cambios en la regulación y ayu-

das directas o líneas de apoyo financiero para conseguir un despliegue acorde a la cantidad de recursos disponibles. Es el caso, por ejemplo, de la energía eólica marina o de la bioenergía, entre otros.

Por otra parte, la cantidad de recursos públicos destinados a la investigación, el desarrollo y la innovación en materia energética y de reducción de emisiones, como tecnologías de generación de energías renovables, la captura y almacenamiento de emisiones de CO_2, las baterías y otros sistemas de almacenamiento combustibles no fósiles, entre otras áreas, constituyen otro factor clave del grado de efectividad de las medidas diseñadas para facilitar la transición energética hacia un modelo económicamente sostenible.

La transición energética en la Comunitat Valenciana plantea desafíos importantes como la pérdida de capacidad de generación eléctrica que supondrá el cierre de la central nuclear de Cofrentes en aproximadamente una década, o la conveniencia de reducir la utilización de combustibles fósiles como el petróleo y sus derivados, o el gas natural en los sectores industrial y de transporte para disminuir la cantidad de emisiones de CO_2, en línea con los objetivos planteados, así como para reducir la dependencia energética internacional. Pero al mismo tiempo, la transición energética puede y debe verse como una oportunidad de cambio de modelo energético que trasciende el área de la energía y afecta al modelo económico y social, contribuyendo al impulso de otros sectores de gran relevancia en la Comunitat Valenciana actualmente en dificultades como el sector agrícola, propiciando la revitalización de territorios en riesgo de despoblación, generando empleo de calidad asociado a las demandas de los nuevos servicios energéticos y desarrollos tecnológicos, y garantizando mejoras evidentes para la salud de los ciudadanos, como consecuencia directa de la disminución de la contaminación, si se diseñan e implementan las medidas adecuadas.

El gas natural, por sus bajas emisiones de gases de efecto invernadero comparadas con las emitidas por el resto de combustibles fósiles, puede ser una solución transitoria aceptable para garantizar el suministro, sobre todo si siguen desarrollándose sistemas de captura y utilización de CO_2 para su implantación generalizada en la Comunitat Valenciana. Ello no solucionaría, no obstante, el problema de la dependencia energética internacional. Cabría ir incorporando progresivamente fuentes de generación alternativas, producidas a partir de recursos autóctonos y respetuosas con el medio ambiente, como el gas renovable que se obtiene a partir del biogás, de la gasificación de la biomasa o del *Power to Gas*. El gas renovable se inyecta directamente a la red y constituye un claro ejemplo de economía circular en el sentido que aprovecha los residuos agrícolas, elementos orgánicos de vertederos, aguas residuales, residuos orgánicos (industriales, domésticos o comerciales) o biomasa para obtener biogás y, a partir de este, gas renovable. Se trata de una tecnología con gran potencial en la Comunitat Valenciana que requeriría de la participación activa de agricultores y ganaderos, reportándoles unos ingresos complementarios y la posibilidad de diversificar su negocio. El *Power to Gas*, si bien actualmente tiene un grado de maduración tecnológica menor, es asimismo una opción muy interesante, dado que utiliza los excedentes de electricidad generada mediante energía eólica o solar para separar el hidrógeno del agua. El hidrógeno sirve para producir gas renovable a partir de CO_2, con lo que este proceso, además de aprovechar excedentes de energía que de otro modo acabarían perdiéndose, estaría actuando como sumidero de CO_2. Además, el hidrógeno puede almacenarse, con lo que podría ser utilizado en los momentos en los que el recurso solar o eólico no estuviera disponible.

La posibilidad de almacenar energía se ha identificado como otro factor clave para mantener la garantía de suministro en un sistema con alta penetración de energías renovables, cuya producción viene fuertemente condicionada por las condiciones climatológicas. Los esfuerzos en materia de investigación, desarrollo e innovación en materia de baterías son

muy intensos a nivel internacional. La tecnología existe, pero no se ha producido su despliegue en masa debido a que todavía no es viable desde el punto de vista económico. Indirectamente, puede considerarse que se almacena energía a través del almacenamiento de los recursos que nos permitirían generarla, esto es, hidrógeno, biogás, gas renovable, biomasa o el agua embalsada.

El papel del agua embalsada debe ser asimismo sometido a reflexión y/o a valoración. En otros países de Europa, particularmente en Noruega, donde la potencia instalada de energía hidroeléctrica asciende al 95% y aproximadamente el 60% procede del agua embalsada, dicho potencial de energía hidráulica "almacenada" ha permitido producir electricidad incluso en los meses de baja pluviometría. Además, se trata de una tecnología dotada de un elevado grado de flexibilidad, por lo que puede pasar a generar electricidad rápidamente cuando sea necesario, de coste reducido y cero emisiones. La demanda eléctrica en este país se cubre casi íntegramente con energía hidráulica (95%). Noruega es conocedor del papel que puede desempeñar más allá de sus fronteras aprovechando la flexibilidad de su capacidad de generación, aportando electricidad en los momentos de escasez de oferta a los países de su entorno, que han diversificado su *mix* de generación incluyendo fuentes renovables de producción intermitente y pueden requerir una capacidad de generación de reserva para garantizar la seguridad de suministro. Ello es posible gracias al elevado nivel de interconexiones de los países que conforman el Mercado Nórdico y Europa, lo que ha valido a Noruega el apelativo de la *batería azul de Europa*.

La tecnología de bombeo permite bombear agua en los momentos de exceso de oferta, cuando los precios son consecuentemente muy reducidos, para utilizarla con el fin de generar electricidad en momentos de escasez de oferta y, por ende, de precios relativamente elevados. La potencia instalada en energía hidroeléctrica y de bombeo en la Comunitat Valenciana supone respectivamente el 4% y el 45% de la potencia instalada en España. En términos de generación, los porcentajes ascienden al 1,2% y al 48% del total estatal, situándose sus factores de carga alrededor del 7%, de lo que podría deducirse que se trata de capacidad instalada infrautilizada. La generación hidroeléctrica en la Comunitat Valenciana y en el resto del Estado español no es una producción de carga base, como la nuclear pese a sus reducidos costes variables muy por debajo del precio marginal en la inmensa mayoría de las ocasiones. Es precisamente su flexibilidad para iniciar el despacho o interrumpir la producción la que permite diseñar estrategias de negociación para maximizar su beneficio. La decisión última de producir corresponde a los generadores propietarios de las instalaciones, en base a la disponibilidad del recurso hidráulico (año húmedo *versus* año seco) y del nivel de precio del mercado mayorista (precio marginal) para los generadores de centrales hidroeléctricas y en base al diferencial de precios entre los momentos de abundancia de oferta y los momentos de escasez de oferta para los responsables de las centrales de bombeo, que tal vez no resulte lo suficientemente atractivo para bombear agua.

Con la creciente participación de energías renovables en el sistema energético español, en tanto en cuanto no se puedan utilizar baterías para almacenar electricidad de modo generalizado y con la reducción de la potencia instalada debida al cierre de las centrales nucleares en los próximos años, las centrales de bombeo están llamadas a desempeñar un papel importante como capacidad de generación eléctrica limpia de reserva.

Las previsiones de implantación de la energía solar fotovoltaica en la Comunitat Valenciana son espectaculares[28], sobre todo por el esperado crecimiento del autoconsumo tras el reciente cambio normativo introducido por el *Real-Decreto-Ley 15/2018 de 5 de octubre de medi-*

[28] La Estrategia Valenciana para el Cambio Climático y Energía 2030 las fija en el entorno de un 600% de incremento de la potencia instalada para 2030 respecto a 2018.

das urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores y su posterior desarrollo reglamentario, que han supuesto la eliminación de las barreras contenidas en la regulación anterior. También son muy positivas las expectativas de crecimiento de la biomasa y el biogás y de la energía eólica (terrestre y marina). [29]

La previsible sustitución de vehículos propulsados por motor de combustión interna por vehículos eléctricos, así como la expansión de las energías renovables caracterizadas por un mayor grado de dispersión espacial respecto a las energías convencionales y por su intermitencia se trasladarán en un incremento de la electrificación y en una mayor complejidad en la gestión de la red de transporte y distribución. En el cambio de paradigma desde la generación centralizada a la generación distribuida, el mallado de la red es fundamental para la garantía de suministro, la fiabilidad y seguridad del sistema y la solución de incidencias. Y este es uno de los activos clave con los que cuenta la Comunitat Valenciana. Las redes de distribución pasan a ser bidireccionales y aparece la figura del "prosumidor", dado que los consumidores finales pueden convertirse también en productores de electricidad, controlando y gestionando activamente, si así lo desean, su consumo energético. Estas redes se conocen como "redes inteligentes" y son una pieza clave en la transición energética ante los desafíos derivados de la movilidad (recarga de vehículos eléctricos), las nuevas tecnologías de generación, el autoconsumo y el almacenamiento a pequeña escala, dado que la red inteligente cumple la función de almacenamiento, en el sentido que la electricidad puede redirigirse rápidamente desde unos puntos a otros, en función de las necesidades de consumo. Es el primer paso para promover la gestión activa de la demanda, junto con la creación de un Centro de Datos que garantice transparencia en la información.

Otra cuestión importante que condicionará la efectividad de las medidas es la implicación de la sociedad en la transición energética. Un factor clave de las experiencias internacionales analizadas en este trabajo es el grado de conciencia medioambiental de los ciudadanos así como el grado de conocimiento de las nuevas tecnologías a las que pueden acceder y cómo pueden beneficiarse de los ahorros en sus facturas energéticas. Por ello, se recomiendan campañas informativas relacionadas con las posibilidades de sustitución de unos sistemas de calefacción por otros más sostenibles, las ventajas económicas (más allá de las medioambientales) de la sustitución de los vehículos que emiten sustancias nocivas a la atmósfera por otros de emisiones cero, las ayudas a la inversión en potencia instalada en energías renovables para autoconsumo, etc. De este modo, se contribuirá a la aceptabilidad social de las medidas de fiscalidad medioambiental, las cuales deberían diseñarse bajo el principio de "quien contamina paga" y los ciudadanos pasarán a ser agentes activos de la transición.

Por último, hay que poner el foco en la relevancia del ahorro y la eficiencia energética en la transición hacia un sistema energético sostenible. Las empresas valencianas han conseguido mejoras sustanciales en eficiencia energética, pero los esfuerzos en este sentido deben continuar y la Administración tiene un papel importante como impulsor de medidas tendentes a conseguirlo. Mientras que la eficiencia energética se refiere a la maximización del uso de los recursos, el ahorro energético implica reducir la utilización de los mismos. Es necesario ser conscientes de la importancia del cambio de las pautas de consumo para ahorrar energía. La eficiencia y el ahorro energético conjuntamente contribuirán a avanzar hacia la consecución de los objetivos de sostenibilidad medioambiental, accesibilidad y seguridad de suministro además de reducir significativamente los costes de la transición.

[29] Según la Estrategia Valenciana para el Cambio Climático y Energía 2030, se prevé un incremento de un 83% en energía eólica (terrestre y marina) y de un 520% en la potencia instalada en biomasa y biogás para 2030 respecto a 2018.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2006). *Libro verde: Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/a31M50xqhCy

__ (2007). *Una política energética para Europa: Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/Z3FL50xqeDq

COMISIÓN EUROPEA (2010). *Energy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/hsvu50xqeTo

__ (2011). *Plan de Eficiencia Energética 2011: Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/ZKfB50xqfIS

__ (2013). *Realizar el mercado interior de la electricidad y sacar el máximo partido de la intervención pública: Comunicación de la Comisión*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/kaZx50xqgco

__ (2014). *Un marco estratégico en materia de clima y energía para el periodo 2020-2030: Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/LvGl50xqgAE

__ (2015). *Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular: Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/35B250xqfuY

__ (2015). *Estrategia Europea de la Seguridad Energética: Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo*. Bruselas. Disponible en: http://ow.ly/Tclt50xqfF2

CONFÉDÉRATION SUISSE (2018). *Feuille de route pour la mobilité électrique 2022*. Berna: Département fédéral de l'environnement,des transports, de l'énergie et de la communication. Disponible en: http://ow.ly/JGJZ50xqh71

CONSELLERIA D'AGRICULTURA, DESENVOLUPAMENT RURAL, EMERGÈNCIA CLIMÀTICA I TRANSICIÓ ECOLÒGICA. Emisiones de CO2 de las instalaciones de la CV. València. Disponible en: http://ow.ly/jXLL50xqerW [consulta: noviembre de 2019]

DGT (DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO). Parque de vehículos. Tablas estadísticas. Madrid: Ministerio del Interior. Disponible en: http://ow.ly/O1cJ50xqvRZ [consulta: noviembre de 2019]

ESPAÑA (2018). «Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores». Boletín Oficial de España n.º 242, de 6 de octubre de 2018: 97430-97467.

__ (2019). «Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica». Boletín Oficial de España n.º 83, de 6 de abril de 2019: 35674-35719.

EUROSTAT. Electricity price statistics. Bruselas: Comisión Europea. Disponible en: http://ow.ly/laYk50xqtmH [consulta: noviembre de 2019a]

__. Electricity prices components for households consumers annual data (from 2007 onwards). Bruselas: Portal of the Publications Office of the EU. Disponible en: http://ow.ly/LC3S50xqgHe [consulta: noviembre de 2019b]

__. Electricity prices components for non-households consumers annual data (from 2007 onwards). Bruselas: Portal of the Publications Office of the EU. http://ow.ly/DTQG50xqgSj [consulta: noviembre de 2019c]

EXPANSIÓN. PIB de las Comunidades Autónomas. Disponible en: http://ow.ly/F7C550xqgYF [consulta: agosto de 2019]

FEDERAL FOREIGN OFFICE (2019). *The German Energiewende: Transforming Germany's energy system*. Berlín: Federal Foreign Office; Bonn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Disponible en: http://ow.ly/B7AL50xqjN3

FORO ECONÓMICO MUNDIAL (2019). *Fostering Effective Energy Transition: 2019 Edition*. Cologny (Ginebra, Suiza): World Economic Forum. Disponible en: http://ow.ly/K1mH50xnK8O

GENERALITAT VALENCIANA (2018). *Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030*. València. Disponible en: http://ow.ly/k9yP50xnK0o

IDAE (INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA) (2019). *Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030*. Madrid. Disponible en: http://ow.ly/LDhH50xqezb

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY) (2013). *Energy Policies of IEA Countries. Germany 2013. Review*. París: International Energy Agency.

__ (2017). *Energy Policies of IEA Countries. Norway 2017 Review*. París: International Energy Agency.

__ (2018a). *Energy Policies of IEA Countries. Finland 2018 Review*. París: International Energy Agency.

__ (2018b). *Energy Policies of IEA Countries. Switzerland 2018 Review*. París: International Energy Agency.

__ (2019a). *Energy Policies of IEA Countries. Sweden 2019 Review*. París: International Energy Agency.

__ (2019b). *Energy Policies of IEA Countries. United Kingdom 2019 Review*. París: International Energy Agency.

JOHNSON, G., K. SCHOLES y R. WHITTINGTON (2007). *Exploring Corporate Strategy. 8th Edition*. Nueva Jersey: Financial Times Prentice Hall.

LÁZARO, L., C. GONZÁLEZ y G. ESCRIBANO (2019). *Los españoles ante el cambio climático: Apoyo ciudadano a los elementos, instrumentos y procesos de una Ley de Cambio Climático y Transición Energética*. Madrid: Real Instituto Elcano. Disponible en: http://ow.ly/Hh6p50xqi65

LÓPEZ, E., B. SCHLOMANN, M. REUTER y W. EICHHAMMER (2018). *Energy Efficiency Trends and Policies in Germany: An Analysis based on the ODYSSEE and MURE Databases*. Karlsruhe (Alemania): Fraunhofer-Gesellschaft. Disponible en: http://ow.ly/OG1L50xqifI

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. Informe de unidades de producción. Madrid. Disponible en: http://ow.ly/JHnF50xqtzq [consulta: agosto de 2019a]

__ (2019b). «Emisiones de GEI por comunidades autónomas a partir del inventario español serie 1990-2017». Madrid: Secretaría de Estado de Medio Ambiente, Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. Disponible en: http://ow.ly/IKKW50xqiQF

__. Estadísticas Eléctricas Anuales. Eléctricas 2016-2018. Electricidad comercializada por tarifas y autonomías. Madrid. Disponible en: http://ow.ly/22Rf50xqiqG [consulta: agosto de 2019c]

MPE (Ministry of Petroleum and Energy) (2016). *Kraft til endring: Energipolitikken mot 2030 (Power for Change: an Energy Policy towards 2030)*. Oslo. Disponible en: http://ow.ly/aibT50xqjpX

OFGEM (Office of Gas and Electricity Markets). Electricity. Londres. Disponible en: http://ow.ly/yJnJ50xqmI4 [consulta: octubre de de 2019]

Pelkmans, L. (ed.) (2018). *IEA Bioenergy Countries' Report - Update 2018. Bioenergy policies and status of implementation*. París: IEA Bioenergy. Disponible en: http://ow.ly/h9xG50xqjEo

Portal Estadístic de la Generalitat Valenciana. Estimació del consum d'energia elèctrica en la Comunitat Valenciana. València: Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball. Disponible en: http://ow.ly/s2tx50xqety [consulta: agosto de 2019]

REE (Red Eléctrica de España). Series estadísticas por comunidades autónomas. Madrid. Disponible en: http://ow.ly/54U150xrkiG [consulta: noviembre de 2019]

Thomson Reuters. Base de datos Thomson Reuters Eikon. Datos bajo petición.

Unión Europea (2007). «Tratado de Lisboa por el que se modifican el Tratado de la Unión Europea y el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 306, de 17 de diciembre de 2007.

__ (2009). «Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Cosnejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 140, de 5 de junio de 2009: 16-62.

__ (2009). «Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Cosnejo de 23 de abril de 2009 por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 140, de 5 de junio de 2009: 63-87.

__ (2009). «Directiva 2009/31/CE del Parlamento Europeo y del Cosnejo de 23 de abril de 2009 relativa al almacenamiento geológico de dióxido de carbono y por la que se modifican la Directiva 85/337/CEE del Consejo, las Directivas 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2004/35/CE, 2006/12/CE, 2008/1/CE y el Reglamento (CE) no1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 140, de 5 de junio de 2009: 114-135.

__ (2009). «Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Cosnejo de 13 de julio de 2009 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 211, de 14 de agosto de 2009: 55-93.

__ (2018). «Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europea y del Conseho de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida)». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 328, de 21 de diciembre de 2018: 82-209.

__ (2018). «Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europea y del Conseho de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 328, de 21 de diciembre de 2018: 210-230.

__ (2018). «Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.o 663/2009 y (CE) n.o 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) n.o 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo». Diario Oficial de la Unión Europea n.º 328, de 21 de diciembre de 2018.

Ivie
GENERALITAT
VALENCIANA