



ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DEL SECTOR EÓLICO EN CASTILLA Y LEÓN

LUIS GARRIDO MATEOS

Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Salamanca
luisgarrimateos@usal.es

JOSÉ-IGNACIO SÁNCHEZ-MACÍAS

Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Salamanca
macias@usal.es

FERNANDO RODRÍGUEZ-LÓPEZ

Departamento de Economía Aplicada, Universidad de Salamanca
frodriguez@usal.es

Resumen

El sector eólico se ha convertido en una de las principales actividades productivas de Castilla y León. De hecho, es el principal generador de esta energía del país, y el que más potencia instalada tiene. Sin embargo, la producción de energía eólica engloba una cadena de valor dividida en varias fases productivas. Por ello, tras haber analizado con detalle cada una de esas etapas y evaluar si tienen un impacto positivo o negativo sobre el tejido socioeconómico castellanoleonés, se ha llegado a la conclusión de que el sector eólico en Castilla y León ha tenido un impacto relativamente positivo. No obstante, es cierto que existen algunos elementos estructurales que limitan notoriamente ese efecto positivo. El sector eólico castellanoleonés es víctima de la deslocalización de actividades de alto contenido tecnológico hacia las comunidades autónomas de mayor renta. Además, por las características intrínsecas de muchas de las actividades vinculadas al sector, el empleo que se crea derivado de ellas es de naturaleza temporal; por lo que los efectos sobre el mercado de trabajo regional tienden a ser transitorios. En resumen, a pesar de liderar la producción de energía eólica y de aprovechar muchas de las ventajas que ofrece su cadena de valor, Castilla y León todavía puede atraer actividades que contribuyan a la revitalización económica, social y demográfica de la región.

Palabras clave: Energía eólica, cadena de valor, impacto, evaluación, renovables.

Área Temática: Retos demográficos, medio ambiente y territorio.

Abstract

The wind energy sector has become one of Castilla y Leon most important productive activities. In fact, it is at the same time the greatest wind energy producer in Spain, and the region with more installed power. Nevertheless, wind energy

production gathers a wide and large value chain divided in different steps. Hence, after fully analyzing each of these stages and evaluating if they have a positive or negative impact on the economy of Castilla y Leon, there has been evidence that this effect is relatively positive. However, it is true that exists some structural elements that limit notoriously this positive impact. The region's wind energy sector is victim of the delocalization of high technological value activities (such as R&D) to higher income regions. Moreover, due to the intrinsic characteristics of some activities related to wind energy production, the employment created has temporary nature; which means that much of the effects on local and regional labor markets are not permanent. Therefore, despite leading the country's wind energy sector, Castilla y Leon has the potential to overcome the commented difficulties, and keep attracting high value-added activities that contribute to the economic and social revitalization of the region.

Key Words: Wind energy, value chain, impact, evaluation, renewables.

Thematic Area: Population Challenges, Environment and Territory.

1. INTRODUCCIÓN

En esta comunicación se presenta una propuesta de análisis del impacto de la producción de energía eólica a lo largo de su cadena de valor en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, que es la principal región productora de energía eólica en España, tanto en términos de generación, como de potencia instalada.

Aunque las técnicas del análisis input-output permitirían cuantificar los efectos directos e indirectos derivados de la actividad objeto de análisis, la no disponibilidad de tablas I-O actualizadas de la economía regional nos impide seguir esa ruta. Es por ello que ofrecemos un análisis cualitativo de las diferentes etapas que comprende el proceso productivo de la energía eléctrica a partir de fuentes eólicas, examinamos la configuración y estructura del sector en la región, y realizamos una valoración de aquellas que puedan tener un mayor impacto económico.

Este análisis es de especial relevancia e interés por dos motivos. En primer lugar, hay que tener en cuenta el creciente peso de las energías renovables en el mix energético regional, nacional y mundial. Esta tendencia, lógicamente, se ve motivada por el fenómeno del cambio climático que está experimentando nuestro planeta. De hecho, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) estima que en los próximos años las temperaturas aumentarán 1,5° C de media respecto a los niveles preindustriales, con las consecuencias que ello puede acarrear sobre las sociedades humanas y los ecosistemas: extinción de especies, subida del nivel del mar, deshielo, episodios meteorológicos extremos cada vez más frecuentes, etc. (IPCC, 2019). Asimismo, el mundo se encuentra actualmente en un contexto político, económico e institucional claramente marcado por la pandemia de COVID-19. Ambas situaciones han propulsado la puesta en marcha de iniciativas y planes internacionales, nacionales, regionales y locales, que proponen una transformación de las sociedades y las economías hacia un paradigma sostenible. Por tanto, las energías renovables juegan un papel esencial en dicha transición.

En segundo lugar, un estudio de caso de la cadena de valor del sector eólico aporta evidencia sobre los efectos socioeconómicos que puede producir un patrón de especialización con la generación de energía eólica en el centro del mismo. Castilla y León, por tanto, como la principal productora de energía eólica en España, puede suponer un punto de partida interesante para analizar dicho impacto.

El trabajo seguirá la siguiente estructura. En primer lugar, se exponen las características básicas del sector eólico castellanoleonés, su estructura y su evolución histórica. A continuación, se explica el marco teórico que se va a utilizar en el análisis de la cadena de valor, para dejar paso al propio estudio práctico de las fases del proceso productivo de la energía eólica y su aplicación al caso de Castilla y León. Finalmente, se exponen las principales conclusiones y se hacen algunas recomendaciones sobre políticas públicas que permitirían a la región a aprovechar al máximo el potencial que puede tener la producción de energía eólica.

2. EL SECTOR EÓLICO EN CASTILLA Y LEÓN

El actual contexto internacional favorece la producción y el consumo de energía procedente de fuentes renovables. Además del ya mencionado actual marco político internacional, también hay razones geográficas que han favorecido la localización de actividades de generación eólica en España y, más concretamente, en Castilla y León (Marín y Marín, 2012). Es más, dentro de la propia región también se encuentran ciertos patrones geográficos a la hora de analizar la situación de los parques eólicos, concentrándose mayoritariamente en los cordones montañosos que rodean a la región, alargándose en sus crestas (Rodríguez y Luque, 2010).

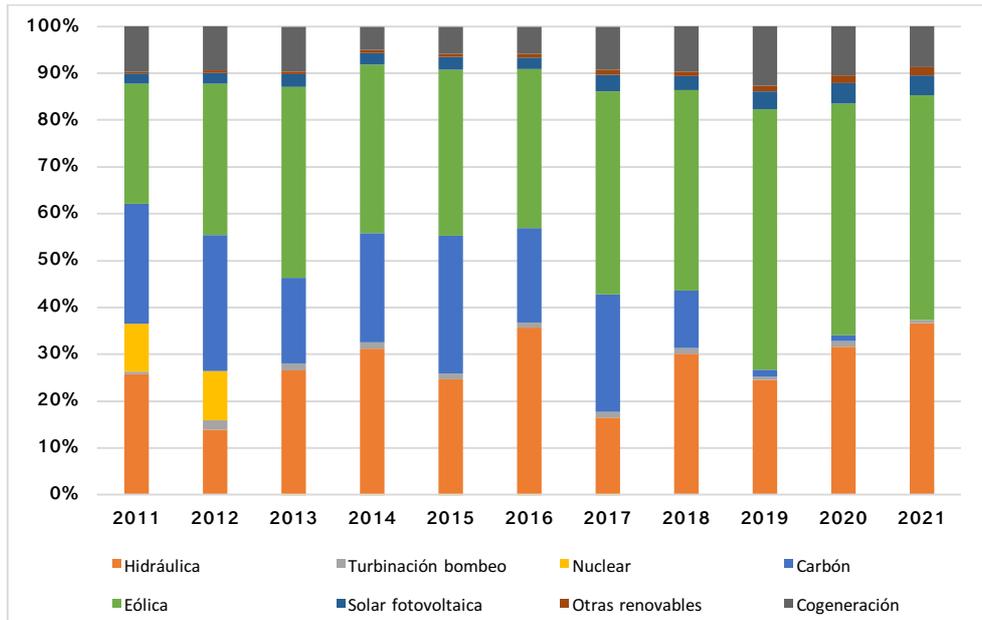
Tabla 1: Reparto de la potencia instalada a 31/12/2020 en Castilla y León (kW)

Provincia	Potencia total (kW)	Porcentaje
Ávila	260680	4%
Burgos	1964231	31%
León	438750	7%
Palencia	828750	13%
Salamanca	183640	3%
Segovia	62120	1%
Soria	1201270	19%
Valladolid	700895	11%
Zamora	612110	10%
Total	6252446	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los Datos Abiertos de la Junta de Castilla y León.

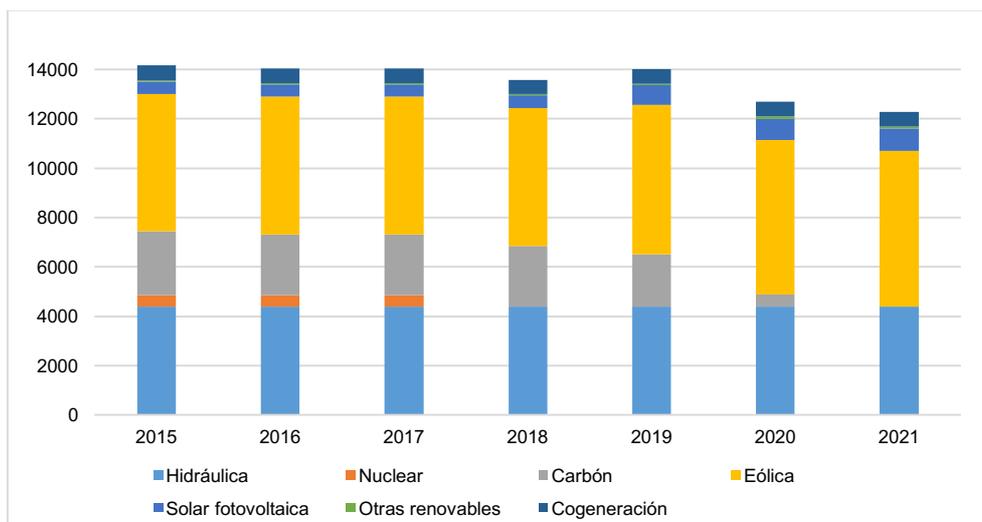
En consecuencia, se ha podido apreciar como Castilla y León ha ido especializándose progresivamente en la producción de energía eólica. Los gráficos 1 y 2 muestran cómo este sector ya encabeza el mix energético de la región, tanto en términos de generación como de potencia instalada.

Gráfico 1: Generación de energía eléctrica por tecnologías en Castilla y León (% del total generado)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Red Eléctrica Española.

Gráfico 2: Potencia instalada en Castilla y León (MW)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Red Eléctrica Española.

Dentro de ese patrón de especialización, se pueden apreciar dos etapas diferenciadas. En un primer momento, y según datos de APECYL, desde la

instalación del primer parque eólico de la región en 1998 hasta el año 2010, se instalaron 4673 MW de potencia eólica. Pero si se observa con detalle ese período, se puede comprobar como el 55% del crecimiento de la potencia instalada se da entre 2007 y 2010. Este fenómeno atiende principalmente a la puesta en marcha del régimen jurídico de retribución especial a la generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables que estableció el Real Decreto 661/2007. Este régimen especial consistía en la concesión de primas e incentivos fiscales a las empresas generadoras de energía renovable, con la intención de cumplir con el objetivo marcado en el Plan de Fomento de las Energías Renovables de 1999 por el que, para el año 2010, España debería cubrir un 12% de su consumo primario de energía con fuentes renovables.

En la segunda etapa se quiebra esa tendencia creciente, que fue seguida de un parón importante, debido a las nuevas medidas que, entre los años 2012 y 2014, eliminaron el régimen económico especial de las renovables, con el objetivo de reducir el déficit tarifario del sector eléctrico español. Adicionalmente, la severa crisis económica que se inició en 2008 redujo de forma generalizada los niveles de ingresos, consumo e inversión, al tiempo que el descenso del precio del petróleo durante esos años, hasta tocar suelo en 2014, favoreció que se incrementara la importancia de la energía eléctrica procedente de ciclos combinados y combustibles fósiles. A partir de entonces, tanto la potencia instalada como la generación de energía eólica ha ido aumentando, pero a un ritmo sustancialmente menor al de la primera década de siglo.

Esta tendencia ha permitido a Castilla y León erigirse como el principal productor de energía eólica en España, acumulando un total de 6252 MW (a 31 de diciembre de 2020); lo que supone un 23% de la potencia eólica instalada en el conjunto del territorio nacional. Por ello, el sector eólico ha pasado a ser un importante polo de atracción de inversión y de creación de riqueza y empleo de la región. Así lo atestiguan, a pesar de la escasez de datos públicos, los informes de numerosas empresas con presencia en la región como Iberdrola¹, Naturgy² o Capital Energy³.

Castilla y León es la comunidad autónoma con mayor capacidad de autoabastecimiento con energías renovables; es decir, podría cubrir el total de su demanda energética sólo con la generada por fuentes renovables (en 2020, se

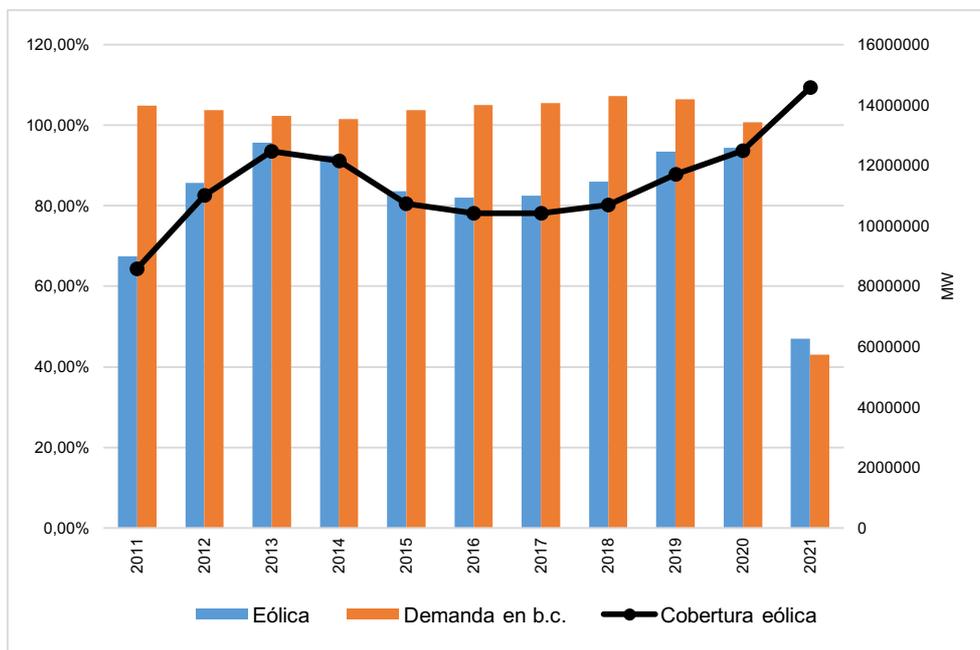
¹ La compañía anunció en enero de 2021 la tramitación de 500 MW adicionales a su cartera en Castilla y León, lo que supone una inversión de alrededor de 400 millones de euros y la creación de 1100 puestos de trabajo en la construcción de los dos parques eólicos en cuestión. Además, en su plan estratégico 2020-2025 se plantea un total de 2400 millones de euros en producción eólica dentro de Castilla y León.

² En 2019, Naturgy anunció que invertiría en los próximos años 300 millones de euros para la construcción de 9 parques eólicos en Castilla y León, lo que generaría alrededor de 1000 puestos de trabajo dentro de la región. Además, su plan estratégico señalaba que se incrementaría en 860 MW la potencia instalada en Castilla y León, lo que supondría casi 790 millones de euros, 2500 nuevos empleos 3,5 millones de euros anuales en concepto de tasas e impuestos y 20 millones para las corporaciones locales en concepto de ICIO.

³ Capital Energy estima que, con la construcción de su primer parque eólico en la región (Las Tadeas), se han creado 220 empleos para la construcción de la instalación y 10 puestos de trabajo fijos en labores de operación, mantenimiento y administrativas; además de generar 330 mil euros anuales a través de impuestos y contratos de arrendamiento. Por otro lado, calculan que la puesta en marcha de los 3350 MW desarrollados por la compañía supone una inversión de alrededor de 3300 millones de euros.

produjo un 164% del total demandado con energías renovables). El principal responsable de este fenómeno es el sector eólico, llegando a producir en 2020 un 93% del conjunto de la demanda energética regional (gráfico 3),

Gráfico 3: Generación de energía eólica, demanda total y cobertura.



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de Red Eléctrica Española.*

Las estadísticas más recientes correspondientes al año 2021 ofrecen otro interesante elemento a analizar. Como se puede apreciar en el gráfico 3, por primera vez, la generación de energía eólica está superando a la demanda energética total de la región (un 109% del total demandado). Aunque pudiera parecer que son cifras positivas, esta situación también puede poner de manifiesto algunas deficiencias en el diseño del sistema eléctrico español. Así, lo realmente relevante es identificar las razones de los incrementos en la producción que han tenido lugar en los últimos meses. Seguramente, podemos atribuirlo a dos grupos de causas de muy diferente índole.

La primera de ellas de carácter meteorológico y estacional, ya que durante los meses de frío se suele demandar más energía. Este año con la llegada de la borrasca Filomena, la demanda en el mes de enero experimentó un pico superior al de los otros años.

El segundo grupo de razones detrás de estos aumentos en la producción encuentra fundamento en la confluencia de varios factores. Por una parte, el encarecimiento de la producción eléctrica a partir de generación térmica, motivado por el incremento del precio del carbono en el mercado de emisiones europeo hasta máximos

históricos⁴, el elevado del precio del gas debido a las temperaturas excepcionalmente bajas de este invierno, el aumento de la demanda en países asiáticos y los bajos niveles de almacenamiento existentes en Europa; y, por la estabilización del precio del crudo a pesar de registrar niveles de demanda inferiores a los meses antes de la pandemia gracias a los acuerdos de los miembros de la OPEP⁵); y, por otra parte, una demanda lastrada por los efectos económicos de la pandemia de COVID-19, a la vez que se registran niveles de producción renovable récord.

La configuración del mercado eléctrico mayorista, de corte marginalista⁶, favorece que las empresas, ante el encarecimiento de la producción a partir de ciclos combinados, produzcan más energía procedente de fuentes no emisoras de CO₂ y más baratas, que les permite recibir una retribución más elevada y obtener mayores beneficios (*windfall profits*). En definitiva, el incremento de generación eólica en España y Castilla y León que se ha producido en lo que llevamos de 2021 viene explicado por todos estos factores.

Castilla y León es la región líder en producción de energía renovable y, más concretamente, eólica por motivos geográficos, pero también por la apuesta que se ha realizado por el sector privado y por las instituciones públicas.

Adicionalmente, el contexto político internacional, marcado por la concesión de fondos para la recuperación económica tras la pandemia de COVID-19, representa una oportunidad de crecimiento para el sector. La transición energética y la transformación productiva de las economías hacia un paradigma sostenible juegan un papel clave. Asimismo, este proceso de especialización productiva ha provocado, sobre el papel, numerosos beneficios socioeconómicos y financieros para la región. Sin embargo, hay que interpretar con cautela los recientes incrementos de producción eólica, ya que, como se ha explicado, el vigente sistema retributivo del mercado mayorista de electricidad es también un factor determinante.

3. CADENA DE VALOR DEL SECTOR EÓLICO

3.1. MARCO TEÓRICO

Dado que el principal objetivo de este trabajo es evaluar el sector eólico en Castilla y León, con la intención de identificar el impacto que tienen las actividades relacionadas con la producción de energía eólica sobre la economía castellana y leonesa, resulta imprescindible definir un marco teórico que ayude a interpretar qué actividades son aquellas capaces de generar valor. A tal fin, utilizamos como referencia el empleado por la Agencia Internacional de la Energía Renovable (IRENA por sus siglas en inglés). IRENA (2017a) plantea una clasificación en

⁴ 59,90€ por tonelada a 27 de agosto de 2021.

⁵ El crudo a 28 de agosto de 2021 estaba a 68,40\$ el barril, doce dólares por encima del precio del barril a 31 de diciembre de 2019, a pesar de los menores niveles de demanda actuales motivados por la pandemia.

⁶ El mercado eléctrico mayorista español es marginalista, esto es, la retribución se determina casando las ofertas y las demandas en cada franja horaria, lo que significa que los productores infra marginales reciben el precio marginal.

distintas fases productivas (gráfico 4) dentro de la cadena de valor derivada de la generación de energía eólica.

Gráfico 4: Cadena de valor del sector eólico



Resulta pertinente analizar separadamente estas etapas a fin de entender las actividades concretas conforman cada una de ellas⁷:

1. Planificación: Hace referencia a aquellas acciones que tienen que ver con la fase preparatoria del proyecto (elección de localización, estudios de viabilidad e impacto, diseño y desarrollo del parque).
2. Aprovisionamiento: Esta etapa del proceso consiste en la identificación de los materiales concretos (materias primas, bienes intermedios y componentes mecánicos) que se van a requerir en la construcción del parque, y en la posterior adquisición de los mismos.
3. Manufactura: Supone la elaboración de los componentes que integran un aerogenerador (góndola, rotor, palas, motor, turbina, etc.).
4. Instalación y conexión: La parte de instalación comprendería todas las labores relacionadas con la ingeniería civil y construcción del parque eólico, mientras que la fase de conexión consiste en la comprobación de todos los requisitos necesarios para conectar la instalación a la red eléctrica.
5. Operación y mantenimiento: Abarca todas las actividades necesarias para el correcto e ininterrumpido funcionamiento del parque eólico durante su vida útil (monitorización, control técnico, etc.)

⁷ IRENA (2017)

- Desmantelamiento: Una vez que se agote la vida útil del parque, es necesario llevar a cabo trabajos de desinstalación del mismo. Sin embargo, aquí también se incluyen otras actividades más vinculadas al reciclaje y reutilización de los componentes de los aerogeneradores.

Antes de proceder a darle una dimensión práctica y analizar cómo están integradas estas etapas en el tejido productivo castellano y leonés, es también necesario señalar que hay un último grupo de actividades que son complementarias a las que acabamos de ver. Son las actividades multidisciplinares que incluyen formación, financiación, labores administrativas, etc.

3.2. CADENA DE VALOR EN CASTILLA Y LEÓN

La generación de energía eólica no se limita únicamente a la producción y comercialización de electricidad, sino que existe una cadena de valor levantada alrededor de ella. Por ello, es interesante estudiar cada una de las fases del proceso productivo para observar qué actividades tienen un mayor o menor impacto en el tejido social y económico de Castilla y León, tal y como se aprecia en el gráfico 5.

Gráfico 5: Cadena de valor eólica en Castilla y León



Fuente: *Elaboración propia.*

3.2.1. Planificación

Los trabajos de planificación vienen a suponer entre un 4% y un 10% del coste total de un parque eólico (IRENA, 2015)⁸. Sin embargo, hay un elemento que juega un papel clave tanto en el coste como en la localización del proyecto: las subastas eléctricas. El Real Decreto 413/2014 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos, señala que *“para el otorgamiento del régimen retributivo específico regulado en este título se establecerán mediante real decreto las condiciones, tecnologías o colectivo de instalaciones concretas que podrán participar en el mecanismo de competencia competitiva”*. Es decir, la potencia que pueden instalar las empresas productoras

⁸ Incluye gastos de financiación, licencias, selección de la ubicación, estudios de impacto y desarrollo del proyecto, seguros, etc.

vendrá dada por la que adquieran en las subastas y, en consecuencia, necesitarán un terreno determinado. Además, el Real Decreto 960/2020, por el que se regula el régimen económico de energías renovables para instalaciones de producción de energía eléctrica, en su artículo 3 dice que, entre otros, los criterios de localización serán una de las variables a tener en cuenta en el momento de la subasta. Por ello, las subastas juegan un papel clave en un doble sentido: por un lado, parecen ser efectivas en la reducción del coste de la producción de energía (IRENA, 2017b); y, por otro, en el momento de elegir la ubicación de la potencia adjudicada, al ofrecer incentivos o penalizaciones para localizar en un emplazamiento u otro, según los criterios contemplados en la subasta (IRENA, 2017b).

Los resultados de las subastas REIBE I de 2016, IFER I e IFER II de 2017, y la SREER de 2021 (tabla 2) ponen de manifiesto que hay numerosas empresas con parques eólicos en la región que han participado activamente en las subastas. Esto es positivo para los intereses sectoriales de la región, puesto que, a mayor capacidad adjudicada para empresas con presencia en Castilla y León, la probabilidad de que haya más instalaciones eólicas es más alta, con lo que ello conlleva en términos de empleo e inversión.

Tabla 2: Empresas con presencia en Castilla y León y potencia adjudicada en las subastas desde 2016 (kW).⁹

	REIBE I (2016)	IFER I (2017)	IFER II (2017)	SREER (2021)	TOTAL
EDPR	93200	2		45000	138202
Naturgy		666999		37950	704949
ENEL		540098			540098
ENERBI		3			3
Cobra Concesiones		3			3
Boreas Tecnología			5000		5000
WPD Renovables			171585		171585
Capital Energy				405000	405000
ENERFÍN				40000	40000
Total	93200	1207105	176585	527950	2004840

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los resultados de las subastas publicados en el BOE.

Las actividades relacionadas con la planificación comprenden labores que requieren personal cualificado: ingenieros, geólogos, analistas financieros, juristas,

⁹ WPD Renovables hizo la adjudicación a través de su sociedad filial Ibervento Infraestructuras SL. Además, Naturgy actuó en la subasta IFER I con su antigua denominación Gas Natural Fenosa.

economistas, fiscalistas, expertos en logística, etc. (IRENA, 2017a). Es decir, la adquisición de potencia adicional en las subastas por empresas operadoras y propietarias de parques eólicos en Castilla y León, puede favorecer que se creen o se mantengan empleos de alta cualificación en la región, contribuyendo a mitigar la despoblación y el envejecimiento¹⁰. Por ello, es vital crear un entorno político y jurídico favorable para que la inversión de esas empresas continúe llegando y, con ella, sus trabajadores.

3.2.2. Aprovisionamiento

Dentro de la fase de aprovisionamiento, resulta pertinente preguntarse por los materiales que son relevantes para la posterior construcción del parque y sus componentes. Según la IRENA (2017a), en la construcción de una instalación eólica el principal material es el hormigón (76%), seguido por el hierro y el acero (19%), los polímeros (2%), la fibra de vidrio (2%) y el aluminio (1%). En menor medida, el aluminio, el cobre, los componentes electrónicos y el refrigerante también participan del proceso productivo.

Atendiendo a los materiales necesarios para el desarrollo y ejecución del proyecto, Castilla y León podría llegar a contar con una base minera lo suficientemente potente como para abastecer parcialmente a las empresas desarrolladoras, promotoras y operadoras del parque. Según datos del MITECO, Castilla y León es la segunda comunidad autónoma con mayor número de explotaciones mineras (sólo por detrás de Andalucía), la cuarta con mayor número de trabajadores en el sector minero (alrededor de un 11,3% del empleo total de la comunidad) y la tercera por valor de su producción (9,8% del PIB). No obstante, lo realmente importante aquí es ver si las explotaciones mineras castellanoleonesas y los recursos disponibles en la región se ajustan a las necesidades de la industria eólica. Para ello, es importante analizar con detalle la producción minera de Castilla y León. Tal y como se puede apreciar en la tabla 3 la producción de minerales industriales es la que encabeza el sector minero castellano y leonés. Dentro de esos minerales industriales se encuentran el hierro, el cobre y la sílice (imprescindible para la fabricación de fibra de vidrio). Según el Registro Minero de Castilla y León, en la actualidad hay una mina de sílice en activo en León, dos de hierro en Soria y Segovia, y una de cobre en Salamanca. Además, en la provincia de León, hay nueve minas de hierro y cuatro de cobre abandonadas o en desuso. Es decir, entre minas en activo y en desuso, Castilla y León dispone de 17 explotaciones mineras relacionadas con la extracción de materiales esenciales para la puesta en marcha de una central eólica. Por ende, podríamos afirmar que la región tiene una base productiva objetiva que podría resultar beneficiada por la demanda vinculada al sector eólico (seguramente también al fotovoltaico). Con el cierre de las minas de carbón de la cuenca minera del norte de la región¹¹, la Junta de Castilla y León publicó el *Plan de dinamización económica de los municipios mineros de Castilla y León 2016-2020* y el Gobierno de España el *Acuerdo marco para una transición justa de la minería del carbón y desarrollo sostenible de las comarcas mineras para*

¹⁰ Así parece demostrarlo diferentes experiencias como OCDE (2012), IRENA (2016) y SSPA (2017).

¹¹ Por ejemplo, de las 132 minas que llegaron a estar abiertas simultáneamente en León, en la actualidad sólo quedan 15 operativas.

el período 2019-2027, donde se hace referencia a la necesidad de promover nuevas actividades relacionadas con la minería, de revitalizar demográficamente las cuencas mineras y de mejorar la formación y capital humano de los trabajadores de la zona. En consecuencia, y como ya se ha visto, la producción de energía eólica puede, por un lado, favorecer la atracción de trabajadores cualificados y de inversión; a la vez que se da un uso alternativo a las explotaciones mineras castellanoleonesas.

Tabla 3: Empleo y producción minera en Castilla y León (2017)

	Empleo	%	Valor producción (€)	%
Productos energéticos	302	8,95	36.785.122	11,49
Minerales metálicos	139	4,12	11.754.325	3,67
Minerales industriales	516	15,29	131.540.915	41,09
Rocas ornamentales	1048	31,06	75.016.135	23,43
Productos de cantera	1369	40,57	65.017.336	20,31
Total	3374	100	320.113.833	100

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Junta de Castilla y León.

Asimismo, como se ha comentado anteriormente, el hormigón es el material con mayor presencia en el proceso de construcción de un parque eólico. Si atendemos a los datos que ofrece la Asociación Nacional Española de Fabricantes de Hormigón Preparado (ANEFHOP) y la Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos (ANEFA), Castilla y León es la sexta comunidad autónoma con más plantas de producción de hormigón y la cuarta con mayor producción de áridos. Además, hay que destacar que existen cuatro canteras de grava (material necesario para la fabricación de hormigón) operativas en Valladolid. Por lo tanto, también se puede argumentar que Castilla y León tiene una posición sólida en lo que respecta a la producción del hormigón.

En conclusión, parece que la región puede ser un enclave importante en esta fase de la cadena de valor, puesto que tiene, por un lado, una base de recursos minerales que son esenciales para la fabricación de componentes de los aerogeneradores y la construcción de parques eólicos; y, por otro, dispone ya de una base minera e industrial relacionada con la extracción de minerales y materias primas. Por ello, la etapa de aprovisionamiento puede suponer un foco de generación de valor y de revitalización demográfica y económicamente de las zonas mineras de la región.

3.2.3. Manufactura

En las decisiones que conciernen a la fase manufacturera existen dos perspectivas: por una parte, está la visión del desarrollador y operador del proyecto, que busca minimizar el coste a todos los niveles (administrativo, construcción, etc.); y, por otra, la del fabricante, que trata de encontrar la localización más favorable para ubicar la factoría. Aquí se va a estudiar, por tanto, cómo estos dos enfoques se han ido implementando en Castilla y León.

Según IRENA (2017a), el importe de la turbina representa entre el 64% y el 85% del total de la inversión de un parque eólico. Dentro de ese coste, los componentes que más cuestan son la torre (entre un 16% y un 18%), y las palas (entre un 13% y un 15%). Por ello, es de vital importancia acertar con la decisión de qué importar y qué comprar. En Castilla y León, hay cinco plantas de producción o ensamblaje de componentes de los aerogeneradores. Siemens Gamesa tiene una fábrica en Ágreda (Soria) dónde se producen las góndolas o nacelles¹² más grandes del mundo que, por ejemplo, se instalarán en un parque eólico de 150 MW en Albacete (Siemens Gamesa, 2021). Además, utiliza también esta fábrica como planta ensambladora de turbinas SG 5x, que exporta a países como Chile, Suecia o Dinamarca (Siemens Gamesa, 2021). Según datos de Siemens Gamesa, esta planta emplea a 180 personas, trabaja con 300 proveedores a los que compró bienes por 340 millones de euros. Asimismo, Siemens Gamesa también es propietaria de otras dos factorías en Burgos y Lerma (Burgos) donde se producen multiplicadoras¹³.

Adicionalmente, LM Wind Power, empresa productora de palas eólicas, tiene en Ponferrada su planta de mayor actividad productiva de Europa (según la propia empresa). Según los datos de la compañía, la empresa es la principal empleadora del Bierzo, siendo responsable de cerca de mil puestos de trabajo directos¹⁴; y ha producido más de veinte mil palas desde la creación de la factoría en el año 2000. Por su parte, MTOI (propiedad de Swiss Energy) tiene una planta de producción de turbinas en Ólvega (Soria).

Si bien es cierto que la presencia de plantas manufactureras en Castilla y León no es relativamente grande, con las cinco que acabamos de comentar y analizar, parece obvio que la etapa manufacturera supone una de las fases con mayor capacidad de generar valor añadido para el territorio en el que se instale; ya que genera empleo técnico y cualificado. Además, es una pieza clave dentro de la economía local y regional, al crear relaciones comerciales con proveedores locales, con los potenciales efectos positivos que puede provocar sobre los mercados de trabajo locales.

Por otro lado, si analizamos qué tecnología utilizan los parques eólicos existentes en Castilla y León (gráfico 6), se puede comprobar como la mayoría usan tecnología

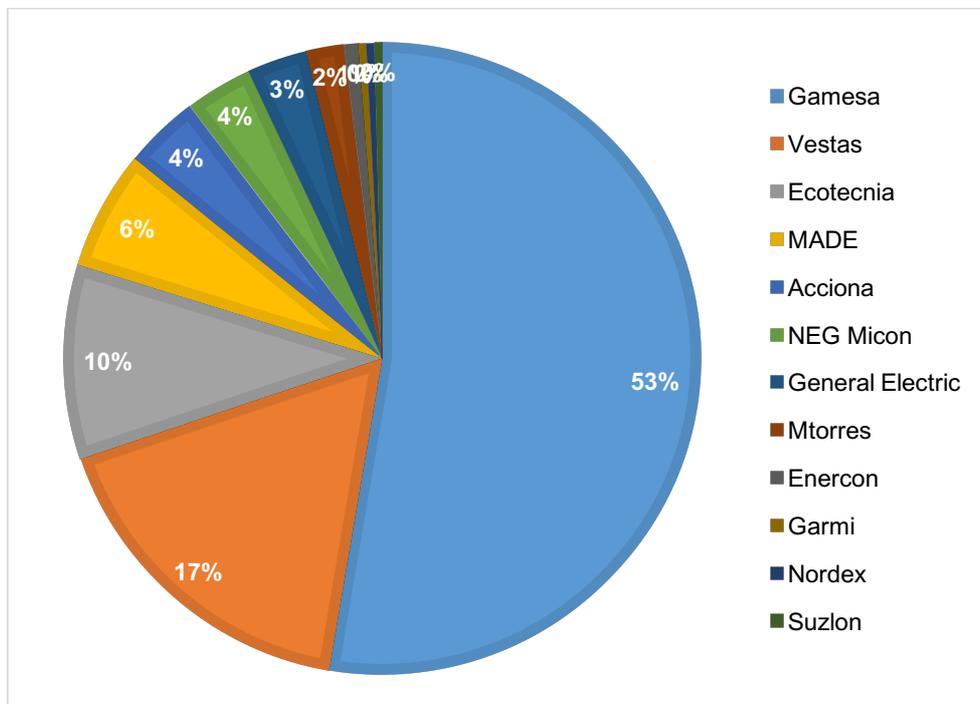
¹² La nacelle hace referencia al elemento que se sitúa en la parte superior de la torre y sobre el que giran las palas (AEE, 2021).

¹³ La multiplicadora tiene como misión aumentar la velocidad de rotación del rotor para adaptarla a los valores requeridos por generadores convencionales (Energiza, 2021).

¹⁴ La empresa ha anunciado ajustes de plantilla en los próximos meses debido a la reducción de demanda presente y futura que ha experimentado la empresa (Europa Press, 2021).

GAMESA; que, como se ha comentado, tiene fábricas ensambladoras de turbinas y manufactureras de componentes en la región. Por tanto, se podría intuir que, por un lado, el mercado castellanoleonés es de alta relevancia para la principal empresa manufacturera con presencia en la región (Siemens Gamesa); y, por otro, que los costes de importación de la mayoría de los operadores de los parques eólicos de la región son reducidos. Es decir, se puede afirmar que el sector eólico castellanoleonés tiene cierto nivel de independencia en términos manufactureros.

Gráfico 6: Parques eólicos en Castilla y León por tecnología



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Junta de Castilla y León.

Resulta también interesante analizar el entorno legal e institucional existente en Castilla y León y su adecuación para atraer la instalación de más fábricas. Según IRENA (2017a) los aspectos clave que determinan las decisiones de localización de las fábricas incluyen estos factores: demanda esperada, contexto jurídico favorable, disponibilidad de materiales y bienes intermedios, y costes logísticos. Si aceptamos este marco, se puede decir, tal y como lo hemos estudiado en la fase de aprovisionamiento, que Castilla y León presenta ventajas en estos aspectos que pueden redundar en niveles de costes competitivos.

En lo que respecta a la demanda esperada los datos de IRENA muestran que, desde 2010, ha aumentado un 293% la capacidad instalada de energía eólica en el mundo. En España en la última década se ha incrementado un 31%, (un 13% en Castilla y León desde 2015, según datos de la Junta), siendo preciso, para cumplir los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) acelerar el

proceso, por lo que es esperable que se produzcan aumentos significativos en los cupos y número de subastas de capacidad en los próximos años.

El contexto institucional también es bastante favorable. El Plan NextGenerationEU (NGEU) aprobado en Unión Europea para contribuir a la recuperación económica tras la crisis desatada por la pandemia de COVID-19, representa una oportunidad financiera para el sector. El NGEU movilizará 750.000 millones de euros a precios de 2018 (806.900 millones en euros corrientes). A España le corresponderán 140.000 millones (84.000 en transferencias y 56.000 en préstamos). Se estima que a Castilla y León le corresponderán unos 5.000 millones de euros de la partida de subvenciones. De las diez políticas palanca que contiene el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia español, la tercera se refiere a la transición energética justa e inclusiva, cuya relación con las energías renovables, y con la generación eólica, en particular.

Se puede concluir que la etapa manufacturera es responsable de la generación de un alto porcentaje de valor dentro de la cadena de producción, puesto que la construcción de las turbinas, como ya se dijo antes, supone entre un 64% y un 85% del conjunto de la inversión. Para construir esa turbina, son necesarios varios componentes (palas, nacelle, rotor, multiplicadoras, etc.) que requieren trabajo cualificado, técnico y administrativo; además de diversos materiales para su fabricación. En Castilla y León existen cinco plantas manufactureras y la repercusión que tiene sobre la economía local en términos de empleo e inversión es muy relevante.

3.2.4. Instalación y conexión.

La fase de instalación y conexión incluye cuatro etapas diferentes: preparación de la ubicación y trabajos de ingeniería civil, ensamblaje de equipos en el parque, conexión y puesta en marcha.

En lo que respecta a la preparación de la ubicación, esas labores son llevadas a cabo por la promotora y desarrolladora del parque. Lo mismo sucede con la instalación, generalmente mediante subcontratas. Es la etapa más intensiva en factor trabajo. Según IRENA (2017a), para una instalación eólica de 50 MW, se necesitan 34.480 jornadas de trabajo, de las cuales el 48% serían para los trabajos de preparación de la ubicación. Por consiguiente, aunque la propiedad de las empresas operadoras y desarrolladoras no esté radicada en Castilla y León, las subcontratas que se encargan de la construcción suelen ser empresas locales (IRENA, 2017a) y, por tanto, es una fase con un claro efecto positivo sobre las economías locales y regionales. Lo mismo, además, sucedería con la etapa de ensamblaje de equipos, ya que supone el 30% del trabajo humano de la fase de instalación. De hecho, si se observan los datos que ofrecen las empresas que tienen planeado construir nuevos parques eólicos en Castilla y León sobre los puestos de trabajo que se crearán, se puede apreciar que la mayoría de ellos están relacionados con la construcción del parque y la instalación de los equipos. Por ejemplo, Capital Energy especifica que se crearon 220 empleos durante la construcción del parque eólico de Las Tadeas en la provincia de Palencia, mientras que en las tareas de operación y mantenimiento esa cifra desciende a diez trabajadores.

Las labores de conexión y puesta en marcha son menos intensivas en trabajo, porque principalmente consiste en tareas administrativas (preparación de licencias, firmas de permisos, contratos financieros, etc.). Por ende, esta etapa productiva tendría un menor impacto sobre la economía castellanoleonesa en caso de que la empresa operadora no tenga su domicilio social en la región.

Es preciso diferenciar la instalación de los parques eólicos de la conexión de las propias instalaciones a la red. Es decir, los trabajos que engloban la primera fase sí tienen un impacto claro sobre el tejido socioeconómico de los municipios que acogen los parques en forma de puestos de trabajo y de subcontratas para empresas de construcción locales. Sin embargo, todo el proceso relacionado con la conexión a la red del parque se puede llevar de forma telemática y remota y con un número de trabajadores bajo. Por ende, el simple hecho de albergar los 262 parques eólicos que hay ahora mismo instalados en Castilla y León ya ha tenido un efecto positivo, aunque temporal, sobre la economía de la región.

3.2.5. Operación y mantenimiento (O&M)

Las labores de O&M utilizan un menor porcentaje de factor trabajo que las fases de construcción e instalación, y manufacturación (IRENA, 2019b). Las tareas incluidas en la etapa de O&M tienen dos peculiaridades. En primer lugar, su duración se extiende a lo largo de tiempo y, por ello, las inversiones realizadas y los puestos de trabajo que se crean tendrán un efecto duradero. Resulta pertinente conocer si los parques eólicos son gestionados de forma directa por sociedades con domicilio social en la región o fuera de ella. Tal y como se puede apreciar en la tabla 4, la mayoría de las empresas que gestionan los parques eólicos están domiciliadas fuera de Castilla y León. Entre ellas destacan Acciona, Naturgy e Iberdrola, según datos de la Asociación Empresarial Eólica. Por otro lado, existen dos formas de gestión, por un lado, empresas con sede social en la región como ERBI, Boreas o Energía Global Castellana; y, por otro, sociedades filiales creadas por empresas no castellanoleonesas para la gestión de las instalaciones eólicas. Esta última forma de organización predomina sobre todo en EDPR, que controla 24 parques eólicos a través de siete sociedades filiales.

Tabla 4: Empresas responsables de la O&M por origen

	Número de parques eólicos	%
Domiciliadas en CyL	58	22,13
Sociedades de CyL domiciliadas en otras provincias	59	22,51
Sociedades domiciliadas en otras provincias y fuera de España	145	55,34

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AEE y Empresite.

El lugar donde esté radicada la empresa es relevante por varios motivos. Primero, porque determina dónde va a tributar esa sociedad, ya que puede producir unos ingresos fiscales relevantes en concepto de impuestos y tasas para las arcas públicas de la región. Segundo, porque si los trabajadores están localizados en Castilla y León, tributarán en la comunidad, además de los efectos que pueden provocar sobre consumo, inversión, etc. Como muestra la tabla 4, aunque el 55% de los parques eólicos de la región están bajo la operativa de empresas cuyo domicilio fiscal está fuera de Castilla y León, impedir o dificultar el acceso de estas organizaciones a la explotación económica de los parques eólicos de la región por ese motivo, iría frontalmente en contra de los intereses de Castilla y León. Si esto sucediese, la región perdería recursos financieros, capital humano y tecnológico necesarios para su desarrollo económico y para continuar atrayendo inversión privada imprescindible para el avance del sector eólico castellanoleonés. En consecuencia, si bien no se dispone de ninguna evidencia empírica para sustentar esta hipótesis ante la falta de datos oficiales, la forma de gestión preferible para Castilla y León sería la puesta en marcha de sociedades asentadas en Castilla y León que controlasen el proceso de O&M, pero cuya propiedad fuese de alguna de las grandes empresas energéticas ya mencionadas en el presente trabajo.

En segundo lugar, el 45% de los empleos relacionados con la O&M son trabajadores altamente cualificados (IRENA, 2017a), lo que conlleva efectos muy positivos para la economía de la zona. Pero, por tanto, el 55% de los puestos de trabajo correspondería a empleados de un carácter más operativo y técnico. Por consiguiente, el mantenimiento de un parque eólico y las tareas relacionadas con el desarrollo de las operaciones diarias del mismo abarcan un amplio espectro en cuanto a nivel formativo se refiere. Las consecuencias, sin embargo, sobre el tejido económico y social son relativas, debido a que, como ya se comentó antes, el factor trabajo en esta etapa del proceso productivo es más limitado que en otras fases.

En definitiva, lo realmente relevante en cuestiones de impacto social y económico para la región, teniendo en cuenta las características intrínsecas ya expuestas de las actividades de O&M, es, en primer lugar, la forma de gestión y organización empresarial, que, a su vez, condiciona el segundo aspecto esencial, que es el número de trabajadores encargados de la operativa y mantenimiento del parque y su lugar de residencia.

3.2.6. Desmantelamiento

La vida útil de una turbina eólica se encuentra en el entorno de los 25 años, con algunas turbinas de última generación alcanzando los 35 años (Wind Europe, 2020). El primer aerogenerador instalado en Castilla y León data de 1998, existiendo 32 parques eólicos (un 12% del total) que fueron instalados con anterioridad a 2002 (Ministerio de Industria, 2019). Por tanto, se puede afirmar que una parte no desdeñable de las instalaciones eólicas de la región pueden estar llegando a un punto de inflexión. Desde el Ministerio de Industria (2019) plantean tres opciones una vez llegados a esta situación: repotenciación (desmantelamiento de los antiguos generadores y sustitución por unos nuevos más potentes y eficientes), extensión (mejora y sustitución de componentes para alargar la vida útil del

aerogenerador) y desmantelamiento (desconexión y desinstalación de los aerogeneradores del parque).

Hay, además, un elemento adicional que dota de mayor relevancia si cabe a las decisiones a adoptar con los parques y aerogeneradores que están llegando al final de su vida útil: las reformas regulatorias operadas a partir del año 2012 con la intención de reducir el déficit tarifario del sistema eléctrico español, y especialmente, el Real Decreto-Ley 1/2012, que suspendió los incentivos a las instalaciones de generación de energía renovable y puso fin al régimen de primas puesto en marcha por el Real Decreto 661/2007). Entre las instalaciones que quedaban excluidas de dichos incentivos se encontraban todas las construidas con anterioridad a 2004. Por tanto, la rentabilidad de estos parques eólicos se ve condicionada por este elemento regulatorio y, en consecuencia, también se verá afectada su viabilidad futura.

Tomando en consideración la creciente antigüedad de los parques eólicos de la región, los cambios regulatorios, y también los avances tecnológicos que permiten alargar la vida de los aerogeneradores, resulta pertinente analizar qué opciones tienen las empresas y qué impacto puede causar sobre el tejido económico y social castellano y leonés.

En lo que respecta a la posibilidad de repotenciar, el ordenamiento jurídico español recoge en el Real Decreto 661/2007 las normas y requerimientos para proceder a la repotenciación de las instalaciones eólicas que lo necesiten. Para ello señala que *“aquellas instalaciones eólicas con fecha de inscripción definitiva en el Registro de instalaciones de producción de energía eléctrica anterior al 31 de diciembre de 2001, podrán realizar una modificación sustancial cuyo objeto sea la sustitución de sus aerogeneradores por otros de mayor potencia, en unas condiciones determinadas”* (Disposición Transitoria Séptima). Por tanto, sólo las instalaciones eólicas de construcción anterior a 2002 estarán sujetas a la posibilidad de una repotenciación. También indica que *“deberán disponer de los equipos técnicos necesarios para contribuir a la continuidad de suministro frente a huecos de tensión, de acuerdo con los procedimientos de operación correspondientes, exigibles a las nuevas instalaciones”*, y que se establecerá *“un objetivo límite de potencia, a los efectos del régimen económico establecido en el presente real decreto de 2000 MW adicionales a la potencia instalada de las instalaciones susceptibles de ser repotenciadas”*. Esto significa que a las empresas que quieran repotenciar sus instalaciones se les exigirán los mismos requerimientos que a las de nueva construcción y que únicamente podrán ampliar la potencia producida en 2000 MW respecto a su producción anterior. En definitiva, sólo hay 32 parques eólicos en Castilla y León que tienen la posibilidad de repotenciar. Si acabasen por tomar esta decisión, las operadoras de los parques se verían en una posición parecida a la que afrontan en la fase de instalación. Por consiguiente, el impacto sobre el tejido económico castellanoleonés sería positivo (aunque transitorio) en términos de empleo. En lo que respecta a la inversión también estaríamos ante una situación netamente positiva, como ya se vio en el apartado de instalación, una de las principales formas de ejecución de las obras y labores de instalación de un parque se llevan a cabo a través de subcontratas con empresas locales. Además, en concepto de ingresos fiscales, sería muy positivo para las corporaciones locales, puesto que continuarían recibiendo ingresos a partir de tasas, contratos de arrendamiento e impuestos.

Por su parte, se encuentra la figura de la extensión de la vida útil de los aerogeneradores. Empresas como Siemens Gamesa y Acciona (responsables de la tecnología de 138 y 10 parques respectivamente, es decir, más de la mitad de los parques eólicos en Castilla y León) han dejado claro que apuestan por este método, debido a la mejora de los modelos aeroelásticos, a la incorporación del Big Data y la inteligencia artificial, y a una creciente restricción de crédito (Siemens Gamesa, 2016) que impediría acometer nuevas inversiones para la sustitución de turbinas.

Dado que los proveedores de las turbinas del 56% de los parques eólicos de la región han optado por esta alternativa, hay que analizar los potenciales efectos que puede tener. Siemens Gamesa tiene tres fábricas en Castilla y León, por lo que, si se deben cambiar multiplicadoras, nacelles u otros componentes, las localidades y las comarcas donde están ubicadas esas factorías se verán positivamente afectadas. Sin embargo, aquí entra en juego la I+D+i, y las cifras que registra Castilla y León en concepto de solicitudes de invenciones en tecnología eólica no son las más altas. De hecho, es la séptima comunidad autónoma en esta lista con 29 solicitudes entre 2005 y 2017, según los datos que presenta la Oficina Española de Patentes y Marcas. Este dato revela un hecho paradigmático sobre el sector eólico en Castilla y León, y es que, a pesar de ser el territorio que más energía eólica genera y el que más potencia instalada tiene, los avances tecnológicos y las innovaciones suelen tener lugar en otras regiones¹⁵. Relacionando estos datos con la extensión de la vida útil, se podría afirmar que es relativamente positivo, porque permite aumentar el período de explotación de los parques ya existentes, a la vez que dispone de factorías para fabricar los componentes y materiales de última generación. Si bien es cierto, que la situación óptima sería llevar a cabo dichas innovaciones técnicas y tecnológicas en centros de la región.

Por último, existe la posibilidad de dismantelar los parques cuyos aerogeneradores ya no son eficientes y su coste de O&M es muy elevado. Conviene dividir este proceso en dos. En primer lugar, se encontrarían las labores de demolición, desinstalación, desconexión y reparación de la ubicación en la que se encontraba el parque (IRENA, 2017a). Estas tareas requieren una parte administrativa, pero el grueso de las mismas está englobado en actividades relacionadas con la logística, la ingeniería civil y la construcción. Por tanto, aunque se requiere personal cualificado (ingenieros, expertos medioambientales, juristas, etc.), sobre todo son necesarios profesionales de la construcción y el transporte (alrededor de un 86% de las horas de trabajo necesarias, según datos de la IRENA (2017a)); y, habitualmente, este tipo de trabajadores se encuentran con facilidad en las zonas donde están ubicadas las instalaciones eólicas, por lo que podría tener un efecto positivo sobre los mercados de trabajo locales. Sin embargo, el dismantelamiento del parque, posiblemente, sería la opción más perjudicial para la economía local y regional. Esto se debe a que supondría una pérdida de un cliente potencialmente relevante para numerosos proveedores de la zona, destrucción de puestos de trabajo en el largo plazo, pérdida de ingresos fiscales para las corporaciones locales y menor potencia instalada en el conjunto de la región. En segundo lugar, se

¹⁵ El País Vasco, con sólo un 0,6% del total nacional de la potencia eólica instalada en el país, es la segunda región que más solicitudes de invención ha presentado en el período estudiado con 139. Esto se debe a que grandes empresas energéticas como Siemens Gamesa (en su vertiente española) e Iberdrola tienen sus oficinas centrales en el País Vasco. Un caso parecido es de la Comunidad de Madrid.

encontrarían las labores de reciclaje de los materiales utilizados en la operativa del parque. Se estima, según Wind Europe (2020), que alrededor del 85% y el 90% de un aerogenerador se puede reciclar. Esta podría ser una oportunidad para aprovechar las capacidades de los trabajadores y de la base industrial que ya se ha creado en la zona, y disminuir el potencial impacto negativo que pudiera llegar a tener el desmantelamiento del parque. De hecho, la Junta de Castilla y León está desarrollando un proyecto de colaboración público-privada por valor de 10 millones de euros que consistiría en la construcción de dos plantas de reciclaje de aerogeneradores antiguos (una en Soria y otra, cuya ubicación está por determinar), con la intención de reciclar hasta el 97% de los materiales presentes en los 3600 generadores y 21 mil toneladas de palas eólicas que se verían afectados por los desmantelamientos.

En definitiva, las actividades relacionadas con el desmantelamiento de los parques eólicos pueden suponer una oportunidad para la región en términos de creación de valor a partir de la fabricación de nuevos componentes más avanzados tecnológicamente (con las consecuencias que ello tendría sobre el capital humano de la región y, por ende, de su desarrollo económico). También hay que ser conscientes que el desmantelamiento de un parque eólico sin que haya una alternativa capaz de sostener económicamente a la región puede causar un daño muy grave a la zona donde estaba instalada. Por ello, cualquier decisión que se tome, no sólo debe atender a razones puramente empresariales, sino que debe tener en cuenta los costes económicos, sociales y medioambientales.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El principal objetivo del presente trabajo ha sido evaluar el impacto socioeconómico del sector eólico en Castilla y León. Mediante un análisis cualitativo se han identificado los elementos en los que Castilla y León está en disposición de generar valor añadido que repercute positivamente en el resto de la comunidad. También se han analizado las fases productivas que presentan mayor potencial en términos de laborales, sociales y económicos para el territorio que acoge una instalación eólica.

En este último apartado resumimos los elementos de la cadena de valor del sector eólico que ha podido aprovechar más Castilla y León, así como aquellos otros en los que hay posibilidades de mejora.

En primer lugar, es preciso destacar las fortalezas del sector eólico castellano y leonés así como las oportunidades que le brinda al tejido socioeconómico de la región. La región ostenta una posición de liderazgo en el mapa eólico español, acreditada por las cifras de potencia instalada y de producción.

Como se ha podido observar, la construcción de parques eólicos parece ser que ha favorecido la creación de puestos de trabajo durante todas las etapas del proceso productivo. Aunque es verdad que principalmente ha sido en las actividades relacionadas con la construcción e instalación de los parques, también se han instalado factorías preparadas para la fabricación y ensamblaje de los aerogeneradores y sus componentes, con el impacto positivo que ello tiene sobre las zonas donde están ubicadas. Asimismo, el hecho de que se esté llegando a un punto de renovación de los parques eólicos va a favorecer la viabilidad de estas

fábricas, y ello a pesar del descenso de la demanda esperada de energía a raíz de la pérdida de ingresos debido a la pandemia.

De lo anterior no sólo se derivan consecuencias positivas en el mercado de trabajo. El hecho de que haya crecido la capacidad instalada de energía eólica en la región hace que Castilla y León prácticamente sea independiente energéticamente, ya que los datos muestran como, únicamente con fuentes renovables, sería capaz de autoabastecerse. También hay que destacar los efectos positivos que la construcción de parques eólicos en la región tiene sobre las finanzas públicas de las corporaciones locales en concepto de contratos de arrendamientos, impuestos, tasas y precios públicos. Las empresas locales también se han visto favorecidas pues, como se ha podido comprobar, una instalación eólica es capaz de generar a su alrededor una red de proveedores locales y de trabajar conjuntamente con empresas de la zona a través de subcontratas y otras formas de externalización empresarial.

Sin embargo, si se analizan detalladamente las fases en las que se divide la cadena de valor del sector eólico, se aprecia la existencia de ciertas limitaciones que no permiten el máximo aprovechamiento del impacto que pudiera tener la generación de energía eléctrica a partir de fuentes eólicas. La primera de ellas es el peso reducido que, en la cadena de valor de la actividad eólica en la Comunidad Autónoma tienen las actividades de I+D. Esto ilustra la organización de este sector industrial en España, ya que de las cinco primeras comunidades autónomas con mayor número de patentes, sólo Andalucía (en el quinto puesto) está entre las cinco principales productoras de energía eólica. Los principales centros de investigación, desarrollo e innovación tanto públicos como privados se sitúan en las comunidades de mayor renta (País Vasco, Navarra, Madrid y Cataluña); mientras que los parques eólicos se encuentran en aquellos territorios con las características geográficas adecuadas. Esta falta de identificación entre productores e innovación, permite que el valor se diversifique a lo largo del territorio nacional, pero resta competitividad a aquellas regiones como Castilla y León, que cada vez tienen un mayor patrón de especialización en la producción de energía eólica.

En segundo lugar, la mayoría de las empresas que explotan las instalaciones eólicas de la comunidad no están domiciliadas en Castilla y León. Esto tiene un coste en términos fiscales, en términos de innovación (como se acaba de comprobar), y en términos laborales, ya que muchas de las actividades capaces de generar valor añadido y de innovar están localizadas en otras regiones, y con ello, se pierde la oportunidad de atraer personal altamente cualificado de forma permanente a Castilla y León.

La tercera debilidad que se encuentra en el sector eólico castellanoleonés es la intermitencia en la creación del empleo. Ya se ha visto como la principal fuente de nuevos puestos de trabajo derivados de la energía eólica se encuentra en la fase de construcción e instalación. Sin embargo, por el propio carácter intrínseco de este tipo de actividades, la naturaleza de esos trabajos es temporal. Al mismo tiempo, las tareas que pueden tener un carácter indefinido (O&M especialmente) muchas veces son llevadas a cabo desde fuera de la región. Este no es un hecho específico de Castilla y León, y así Costa y Veiga (2019) observaron resultados similares para las regiones productoras de energía eólica en Portugal.

En definitiva, el origen de la falta de aprovechamiento más intenso del valor añadido capaz de generarse a partir de la energía eólica se encuentra en la propia estructura del sector eólico en España.

A fin de cuantificar los efectos que analizamos en el presente trabajo resultaría conveniente disponer de fuentes de información y estadísticas oficiales. También podría ser recomendable favorecer la inversión en capital humano y en I+D+i en esta área, aprovechando la estructura de centros de investigación y universidades de Castilla y León. Igualmente, convendría tratar de reorientar la producción de sectores inicialmente dispares, como el minero, hacia el suministro de materiales demandados por las actividades vinculadas por la industria de los aerogeneradores. Asimismo, la acción del sector público podría dirigirse a la creación de un entorno favorable a la inversión privada en proyectos eólicos en Castilla y León, de tal forma que la región sea capaz de aprovechar los vientos de cola del contexto de transformación y transición ecológica.

REFERENCIAS

1. AEE. (2019a). *Fomento de la repotenciación de los parques eólicos*. Asociación Empresarial Eólica.
2. AEE. (2019b). *Agenda sectorial de la industria eólica*. Madrid: Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.
3. AEE. (2021). Potencia instalada y generación. Extraído de <https://www.aeeolica.org/sobre-la-eolica/la-eolica-espana/potencia-instalada-y-generacion>
4. Aitken, M., Haggett, C., & Rudolph, D. P. (2014). Wind Farms Community Engagement Good Practice Review.
5. Aleasoft Energy Forecasting. (2021). 2021 comienza con un primer trimestre récord en renovables. *El Periódico De La Energía*.
6. ANEFA. (2019). Estadísticas - ANEFA. Extraído de <https://www.aridos.org/estadisticas/>
7. ANEFHOP. (2021). *Memoria Anual. Informe de Actividad 2020*. MIC.
8. APECYL. (2021). Parques en Funcionamiento. Extraído de <https://apecycl.com/parques-en-funcionamiento>
9. Baraja Rodríguez, E., & Herrero Luque, D. (2010). Energías renovables y paisaje en Castilla y León: estudio de caso. *Nimbus*, 25(26), 21-42.
10. Capital Energy. (2021). Las Tadeas. Extraído de <https://www.capitalenergy-group.com/proyectos/las-tadeas>
11. CCOO. (2019). *Propuestas para la reactivación económica de las cuencas mineras de Castilla y León*. Comisiones Obreras.
12. Colón, J. (2021). Los beneficios sobrevenidos (windfall profits) del sector eléctrico en tiempos de pandemia. *El Periódico De La Energía*.

13. Costa, H., & Veiga, L. (2021). Local labor impact of wind energy investment: An analysis of Portuguese municipalities. *Energy Economics*, 94, 105055. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105055>
14. Dirección General de Política Energética y Minas. (2018). *Estadística Minera de España 2017*. Ministerio para la Transición Ecológica.
15. Energiza. (2021). ¿Cómo es y cómo funciona la multiplicadora de un aerogenerador? Extraído de http://www.energiza.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=1293:%C2%BFc%C3%B3mo-es-y-c%C3%B3mo-funciona-la-multiplicadora-de-un-aerogenerador
16. Espejo Marín, C., & García Marín, R. (2012). La energía eólica en la producción de electricidad en España. *Revista De Geografía Norte Grande*, (51), 115-136. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022012000100007>
17. EurObern'ER Consortium. (2019). *The State of Renewable Energies in Europe. Edition 2019*. European Commission.
18. GE. (2018). GE Renewable Energy Business Incrementa su Producción en la Planta de Ponferrada. Extraído de <https://www.ge.com/news/press-releases/ge-renewable-energy-business-incrementa-su-produccion-en-la-planta-de-ponferrada>
19. González Mantero, R. (2017). La energía en Castilla y León. *Cuadernos De Energía*, 51.
20. Hamilton, J., & Limming, D. (2010). *Careers in Wind Energy*. US Bureau of Labor Statistics.
21. Iberdrola. (2021). Iberdrola tramita 500 nuevos MW verdes en Castilla y León. Extraído de <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/iberdrola-tramita-nuevos-verdes-castilla-leon>
22. IPCC. (2019). *Calentamiento global de 1,5°C*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
23. IRENA. (2015). *Renewable Power Generation Costs in 2014*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
24. IRENA. (2016). *A Path to Prosperity: Renewable Energy for Islands*. Marrakech: International Renewable Energy Agency.
25. IRENA. (2017a). *Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for onshore wind*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
26. IRENA. (2017b). *Renewable Energy Auctions: Analysing 2016*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
27. IRENA. (2019a). *FUTURE OF WIND Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
28. IRENA. (2019b). *Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2019*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

29. IRENA. (2019c). *Transforming the energy system – and holding the line on the rise of global temperatures*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
30. JCYL. (2021). Castilla y León aspira a obtener 5.000 millones de euros procedentes de los Fondos Europeos de Nueva Generación. Extraído de <https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1284877983892/NotaPrensa/1285032215959/Comunicacion>
31. Jefatura del Estado. Real Decreto-ley 20/2012, de 13 de julio, de medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad. (2012). Madrid.
32. León Noticias. (2019). Castilla y León suma 25 centros industriales eólicos, la mayoría en el medio rural, que generan 6.000 empleos.
33. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. (2014). Madrid.
34. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. (2007). Madrid.
35. Ministerio de Transición Ecológica. (2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030*. Madrid: Gobierno de España.
36. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Real Decreto 960/2020, de 3 de noviembre, por el que se regula el régimen económico de energías renovables para instalaciones de producción de energía eléctrica. (2020). Madrid.
37. Naturgy. (2019). Naturgy construye su mayor proyecto eólico en Castilla y León. Extraído de https://www.naturgy.com/sala_de_prensa/notas_de_prensa/naturgy_construye_su_mayor_proyecto_eolico_en_castilla_y_leon
38. OCDE. (2012). *Linking Renewable Energy to Rural Development*. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.
39. SSPA. (2017). *Successfully Combatting Rural Depopulation Through a New Model of Rural Development: The Highlands and Islands Enterprise Experience*. Áreas Escasamente Pobladas del Sur de Europa.
40. Sánchez Galán, I. (2020). *Visión Estratégica*. Ponencia.
41. Segovia Audaz. (2021). Castilla y León impulsa un proyecto de reciclaje de aerogeneradores.
42. Siemens Gamesa. (2016). *Programa de extensión de vida*. Siemens Gamesa.
43. Siemens Gamesa. (2021). De Soria a Atacama, el largo viaje desde la capital de las nacelles. Extraído de <https://www.siemensgamesa.com/es-es/descubrir/revista/2021/02/siemens-gamesa-soria-to-atacama-agreda>

44. Vidal, Ó. (2016). *35 años, objetivo de vida útil de los parques eólicos. El Perdón, caso de estudio*. Ponencia, Madrid.
45. WindEurope. (2020). *Accelerating Wind Turbine Blade Circularity*. WindEurope.