

---

# La *Energiewende* en síntesis

---

10 preguntas y respuestas sobre la transición energética alemana

---

**INFORME**

---



---

# La *Energiewende* en síntesis

---

## PIE DE IMPRENTA

---

### INFORME

La *Energiewende* en síntesis  
10 preguntas y respuestas sobre la transición  
energética alemana

### ESTUDIO POR:

Agora Energiewende  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin | Germany  
P +49 (0)30 700 14 35-000  
F +49 (0)30 700 14 35-129  
www.agora-energiewende.org  
info@agora-energiewende.de

Philipp Hauser  
philipp.hauser@agora-energiewende.de

Iniciativa Climática de México  
Calle Miguel Laurent 70  
Tlacoquemecatl del Valle  
03200 Benito Juárez, CDMX,  
Tel. 01 55 5335 1282

Daniel Chacón  
daniel.chacon@iniciativaclimatica.org

Diseño Gráfico: UKEX GRAPHIC, Alemania

**152/01-B-2019/ES**

Publicación: Febrero de 2019

Agora Energiewende es una iniciativa conjunta de la Fundación Mercator y la Fundación Climática Europea. La cooperación de Agora Energiewende y la Iniciativa Climática de México están apoyadas por la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ) a través del programa "Energía Solar a Gran Escala (DKTI Solar)".

Este reporte es una actualización y traducción de publicaciones previas desarrolladas por Dimitri Pescia, así como por otros colegas de Agora Energiewende (2017).

La publicación en español fue coordinada por Philipp D. Hauser con el apoyo de Farah Mohammadzadeh, Cecilia Reyes Retana, Thomas Kouroughli, Daniel Argyropoulos y Daniel Chacón.

Para facilitar la comprensión de un amplio público hispanohablante esta publicación utiliza el punto gramatical (.) para separar los miles y las comas (,) para separar los números enteros de los decimales.



Esta publicación está disponible  
para descargar bajo este código  
QR.

### Por favor, citar como:

Agora Energiewende (2019): La *Energiewende* en síntesis. 10 preguntas y respuestas sobre la transición energética alemana.

---

---

# Presentación

---

Los sistemas energéticos de todo el mundo se encuentran en fase de transformación. Un proceso, que, al inicio, se había motivado por el objetivo de mitigar el cambio climático, hoy se presenta como proceso autopropulsor con capacidad de cambiar los fundamentos económicos y sociales de nuestras sociedades. Esto es especialmente relevante para el futuro de los países de América Latina, donde la abundancia y diversidad de recursos renovables y la demanda por un desarrollo socioeconómico más sustentable y equitativo van de la mano.

Para apoyar la definición de estrategias y políticas con capacidad de aprovechar las potencialidades de esta revolución industrial, es importante evaluar experiencias existentes, por más que su contexto histórico sea diferente de los desafíos y las oportunidades actuales en América Latina.

Con este objetivo, esta publicación presenta la experiencia de Alemania, el país que se ha hecho conocido por concebir el concepto de la *Energiewende*, o la transición energética en su traducción al español.

En la visión alemana de los años noventa, esta transición en dirección a un sistema energético sustentable demandaba la expansión de las energías renovables, la eficiencia energética y la amplia participación de la sociedad. Con estos fundamentos, a partir del año 1990, el país ha visto la expansión de la generación renovable en un 98 por ciento y una reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero en un 32 por ciento. En el mismo periodo, su economía ha crecido en un 53 por ciento, en cuanto el consumo de energía primaria se ha reducido en un 13 por ciento.

Es cierto que Alemania todavía enfrenta grandes desafíos, pero la reciente resolución en relación a una trayectoria de salida de la generación carbonífera inspira confianza de que el país sea capaz de continuar su camino en dirección a una economía próspera y de bajo carbono.

Las energías eólica y solar constituyen el eje central de la *Energiewende*. En todo el mundo, estas dos energías son abundantes y los costos de la tecnología de generación están disminuyendo rápidamente. Algunos países de América Latina, por ejemplo, México, Chile y Brasil, se destacan por la contratación y el desarrollo de estas fuentes con récords de bajo costo. Además, la región también ofrece abundancia de otros potenciales renovables, como es el caso de la hidroelectricidad, de la biomasa o de la geotermia. El desarrollo equilibrado de todas las fuentes de energía renovable, de forma centralizada y distribuida, ofrece la posibilidad de una expansión económica más eficiente, más sostenible y más inclusiva.

Para alcanzar el potencial de generación renovable, es importante ampliar la comprensión y la discusión del importante proceso de transición que esto implica.

En este contexto es necesario evaluar y compartir las lecciones de la experiencia alemana con la incorporación de las energías renovables, tanto positivas como negativas. Por tanto, es fundamental ofrecer una visión general precisa e imparcial de los avances de su transición energética.

Este documento responde a diez preguntas frecuentes sobre la *Energiewende*. Su objetivo es ofrecer una instantánea actual y exacta de la experiencia alemana en el sector energético, que será decisivo para la descarbonización también de otros sectores.

¡Esperamos que disfrute de la lectura!

Philipp Hauser,  
Asociado Senior para América Latina de  
Agora Energiewende

---

# Introducción y Conclusiones

---

La mayor parte de las naciones han llegado a un consenso, fijado por el acuerdo de París, que arroja la esperanza de mitigar el cambio climático. La descarbonización de la generación eléctrica es un paso fundamental para este objetivo. En Latinoamérica el desarrollo de las nuevas fuentes renovables es aún limitado, en cuanto el avance en otros países ha permitido bajar los costos de las tecnologías a un nivel que las hace más atractivas que las formas tradicionales de generación.

Con estos avances, ha llegado el momento de aprovechar la oportunidad de desarrollar el extraordinario y diverso potencial de energías renovables en nuestro subcontinente. El potencial de beneficios sociales, económicos y ambientales es inmenso, pero la transformación también presenta desafíos y obstáculos que deben ser comprendidos, evitados y mitigados para que la transición energética sea exitosa.

Para orientar esta discusión, este documento relata las experiencias de Alemania, el país que adoptó la transición energética (*Energiewende*) en sus etapas más tempranas.

Aunque las condiciones no son iguales entre Alemania y Latinoamérica, las experiencias en esa nación arrojan mucha luz sobre las barreras y las oportunidades del proceso. Una nación, con la mitad de la irradiación solar que se tiene en muchos países latinoamericanos, tuvo, durante muchos años, el récord mundial de instalaciones fotovoltaicas como la espina dorsal de su transformación. El ejemplo demuestra que no existen barreras insuperables cuando se tiene la voluntad para tener un planeta más vivible para las generaciones presentes y futuras. A continuación, presentamos las principales enseñanzas de la experiencia alemana aplicables al contexto de Latinoamérica.

Espero que disfruten la lectura y que sea inspiración para acelerar la transición energética en nuestro subcontinente.

Daniel Chacón Anaya  
Director de Energía  
Iniciativa Climática de México

1

**Un diálogo constructivo es clave para generar una política de estado de largo plazo que oriente la inversión.** Es necesario lograr un consenso que permita fijar objetivos de expansión de las energías renovables y de reducción de emisiones. Es importante que éste se base en un diálogo constructivo de las partes interesadas y así genere una política de estado de largo plazo. Una política previsible y continua es clave para orientar la inversión, y así desarrollar una industria generadora de empleos y derrama económica.

2

**Un ambiente legal claro y transparente ayudará a seguir disminuyendo los costos de las energías renovables.** El avance tecnológico ha llevado a una reducción de costos que cada vez hacen más atractivo aprovechar las fuentes de energía renovables. Sin embargo, para seguir disminuyendo costos y acrecentar los beneficios de la transición energética, es necesario contar con un ambiente de negocios que dé certidumbre a las inversiones y reduzca los costos del capital.

3

**La naturaleza distribuida de las energías renovables puede traer múltiples beneficios si se buscan nuevos sistemas de gobernanza que fomenten el desarrollo regional.** Para que estos beneficios alcancen a un grueso de la población se debe de trabajar en nuevos sistemas de gobernanza con las poblaciones locales de las zonas donde se instalen los proyectos de generación y transmisión.

4

**La transición energética tiene el potencial de generar beneficios para otros sectores económicos y las finanzas nacionales.** La transición energética nos da la posibilidad de crear un nuevo sistema energético integrado, donde el uso y la gestión se traduzcan en eficiencia económica con grandes beneficios para otros sectores económicos y las finanzas nacionales, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles provenientes del extranjero y el costo fiscal de los subsidios.

---

# Contenido

---

Presentación	3
Introducción y Conclusiones	4
P1 ¿Qué es la <i>Energiewende</i> alemana?	6
P2 ¿Cómo está progresando Alemania con su transición energética?	8
P3 ¿Está importando Alemania electricidad nuclear y del carbón de países vecinos para compensar la retirada progresiva de la energía nuclear?	11
P4 ¿Han aumentado los precios de la electricidad para los hogares alemanes por el desarrollo de las renovables?	13
P5 ¿Han aumentado las emisiones de CO <sub>2</sub> en Alemania debido al incremento de la producción de electricidad a partir del carbón?	16
P6 ¿Cómo ha afectado la <i>Energiewende</i> alemana a la economía nacional?	20
P7 ¿Se ve amenazada la seguridad del suministro en Alemania por la dependencia de las renovables?	24
P8 ¿Los ciudadanos alemanes y la comunidad empresarial apoyan la transición energética?	28
P9 ¿Cuál es el estado actual de la expansión de la red de transporte norte-sur?	31
P10 ¿Por qué Alemania reformó su legislación sobre energías renovables e introdujo un sistema de subastas?	34
Anexo	37
Referencias	38
Publicaciones de Agora Energiewende	39

---

**P1** ¿Qué es la *Energiewende* alemana?

**R** La *Energiewende* es una estrategia energética y climática a largo plazo basada en el desarrollo de energías renovables y en la mejora de la eficiencia energética. Se trata de una transformación profunda del sistema energético alemán, que incluye pasar del carbón y la energía nuclear a las energías renovables. La *Energiewende* comenzó ya hace décadas. En el país existe un amplio consenso sobre la necesidad de esta transformación.

**La *Energiewende* alemana: una estrategia energética y climática a largo plazo**

La *Energiewende* (se entiende como "transición energética") es una estrategia a largo plazo para el desarrollo de un sistema energético bajo en carbono,

basado en las energías renovables y la mejora de la eficiencia energética. La transición energética es una política integrada que se dirige a todos los sectores de la economía. Está impulsada por cuatro objetivos políticos principales: la lucha contra el cambio climático (mediante la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>), la eliminación progresiva de la energía nuclear,

Principales objetivos de la *Energiewende* alemana

Tabla 1

		Status quo (2018)	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Emisiones de gases de efecto invernadero</b>	Reducción de las emisiones de GEI en todos los sectores en comparación con los niveles de 1990	-31,7 %	-40 %		-55 %		-70 %	-80 – 95 %
<b>Abandono progresivo de la energía nuclear</b>	Cierre gradual de todas las centrales nucleares hasta 2022	12 unidades cerradas	Desconexión gradual de los 7 reactores restantes (2022)					
<b>Energías renovables</b>	Porcentaje del consumo final de energía	14 % *	18 %		30 %		45 %	mín. 60 %
	Porcentaje del consumo bruto de electricidad	38,2 %*		40 – 45 %		55 – 60 %		mín. 80 %
<b>Eficiencia energética</b>	Reducción del consumo de energía primaria en comparación con los niveles de 2008	-5,5 %*	-20 %					-50 %
	Reducción del consumo bruto de electricidad en comparación con los niveles de 2008	-3,2 %*	-10 %					-25 %

AG Energiebilanzen (2019), Agora Energiewende (2019), cálculos propios

\* preliminar

la mejora de la seguridad energética (reduciendo las importaciones de combustibles fósiles) y la garantía de la competitividad y del desarrollo industrial (mediante políticas industriales orientadas al desarrollo tecnológico, industrial y de empleo). Esta transformación de la economía está creando nuevas oportunidades de negocios para la industria alemana, pero también presenta desafíos.

Como parte de la transición energética, se han establecido objetivos ambiciosos a mediano y largo plazo en todos los sectores de la energía (electricidad, calefacción y transporte), hasta 2050 (véase la tabla 1). Para alcanzar estos objetivos será necesaria una transformación fundamental del sistema energético alemán, incluyendo el paso del carbón y la energía nuclear a la energía renovable, que debe cubrir al menos el 80 por ciento del consumo de electricidad de Alemania al 2050. Para alcanzar los objetivos de descarbonización a largo plazo en los demás sectores intensivos en combustibles fósiles (transporte, industria, calefacción y refrigeración) será necesaria una electrificación progresiva a largo plazo. En consecuencia, la transformación profunda del sistema de suministro eléctrico es crucial.

## La transición energética comenzó hace décadas y existe un amplio consenso sobre su necesidad y sus objetivos

La transición energética alemana tiene sus orígenes en la oposición pública a la energía nuclear, en el movimiento de desarrollo sostenible y en el apoyo público a iniciativas contra el cambio climático. En los años 50 se lanzó en Alemania Occidental un programa de desarrollo de la energía nuclear, aunque desde el principio se enfrentó a una fuerte oposición por parte de la opinión pública. En las décadas de 1970 y 1980, un intenso movimiento de protesta antinuclear bloqueó el desarrollo en posibles sitios de reactores por lo que varias instalaciones nucleares planificadas nunca llegaron a realizarse. El desastre de Chernóbil en 1986 fue un primer punto de inflexión en la política gubernamental. Después del

accidente ya no se construyeron nuevos reactores en Alemania. Luego, en 2002, se aprobó una primera ley para eliminar gradualmente la energía nuclear hasta el 2022. Ocho años más tarde, en 2010, el gobierno decidió, tras un controvertido debate, posponer la retirada nuclear hasta el año 2036.

Sin embargo, esta decisión fue revocada inmediatamente después del accidente nuclear de Fukushima Daiichi en marzo del mismo año. En junio de 2011, el gobierno restableció la anterior política de abandono de la energía nuclear en un histórico ejemplo de apoyo entre partidos.

En la década de los 2000 se adoptaron importantes políticas que favorecen la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables, incluida la Ley de Energías Renovables alemana (EEG).

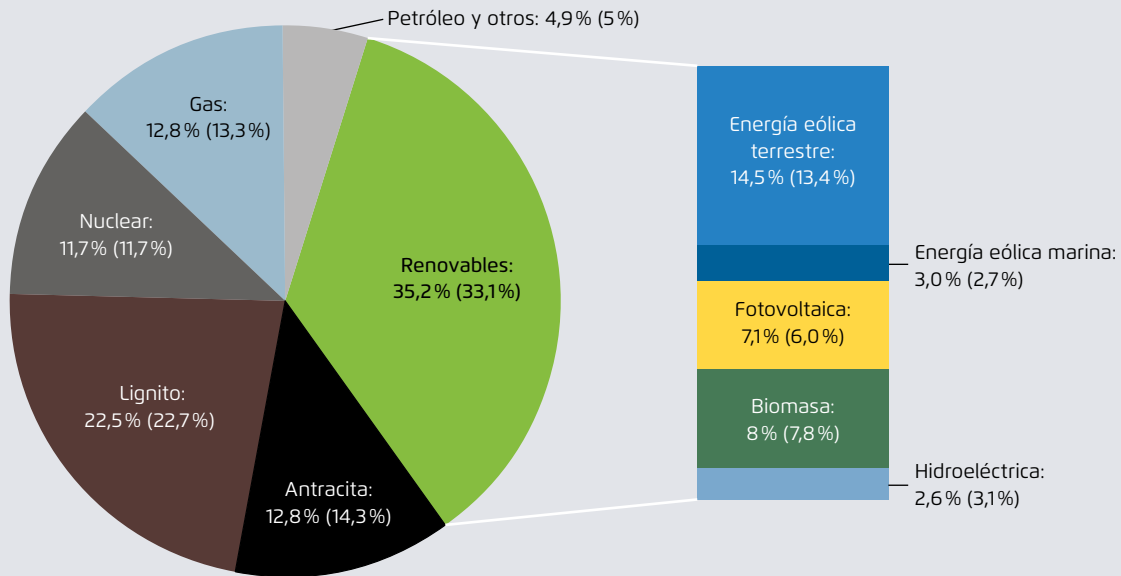
En 2010, el gobierno alemán optó por una estrategia energética a largo plazo que apunta para una economía basada en las energías renovables hasta 2050 (el llamado *Energiekonzept*). Incluía ambiciosos objetivos a mediano y largo plazo para el desarrollo de la energía renovable, la mejora de la eficiencia energética y la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Este marco general sigue hasta el día de hoy. En el sector de la energía, existe un amplio consenso político para cerrar todas las centrales nucleares hasta 2022 y aumentar gradualmente las energías renovables hasta alcanzar al menos el 80 por ciento del consumo de energía para 2050. Los debates fundamentales de la política energética alemana ahora se centran en la implementación de su resolución sobre la salida del carbón, el futuro papel del gas natural y en las diferentes opciones políticas que se plantean en el camino hacia una economía basada en las energías renovables también para otros sectores.

**P2** ¿Cómo está progresando Alemania con su transición energética?

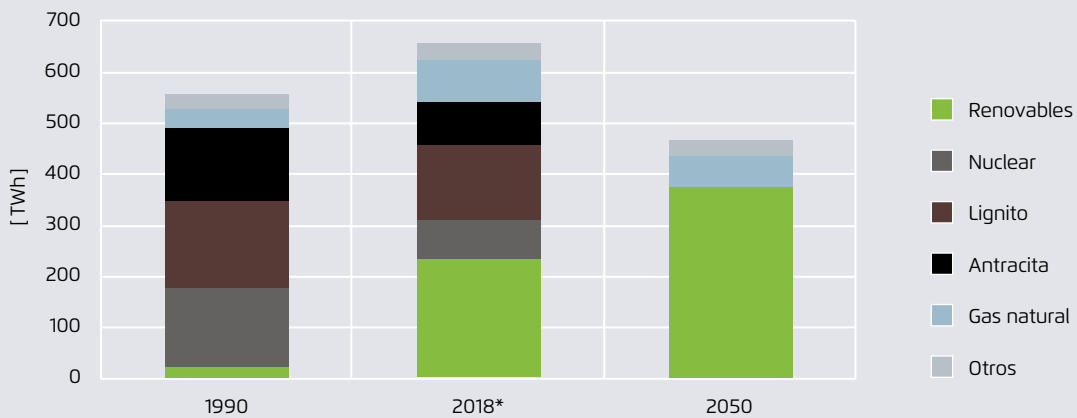
**R**

La energía renovable se ha convertido en un elemento clave del sistema eléctrico. En 2018, las energías renovables representaron alrededor del 35 por ciento de la producción de electricidad de Alemania. Tras años de caída de los costos, las energías eólica y solar fotovoltaica se han convertido en el eje central de la transformación del sistema energético alemán. Los progresos en eficiencia energética han sido más moderados, ya que el consumo de electricidad está sólo un 3.2 por ciento por debajo de los niveles de 2008.

Matriz de generación eléctrica alemana en 2018 (datos de 2017 entre paréntesis): Las energías renovables producen el 35 por ciento de la electricidad alemana y son la mayor fuente de generación Gráfico 1



Generación bruta de electricidad 1990, 2018, y proyecciones para 2050



AG Energiebilanzen (2019), Agora Energiewende (2019), cálculos propios



## La energía renovable se ha convertido en un elemento clave del sistema eléctrico alemán

Tradicionalmente, la producción de electricidad en Alemania se ha basado en la antracita, el lignito y la energía nuclear. No obstante, la matriz energética alemana ha experimentado una importante diversificación en los últimos veinte años, como se muestra en el gráfico 1. Esta evolución se caracteriza por:

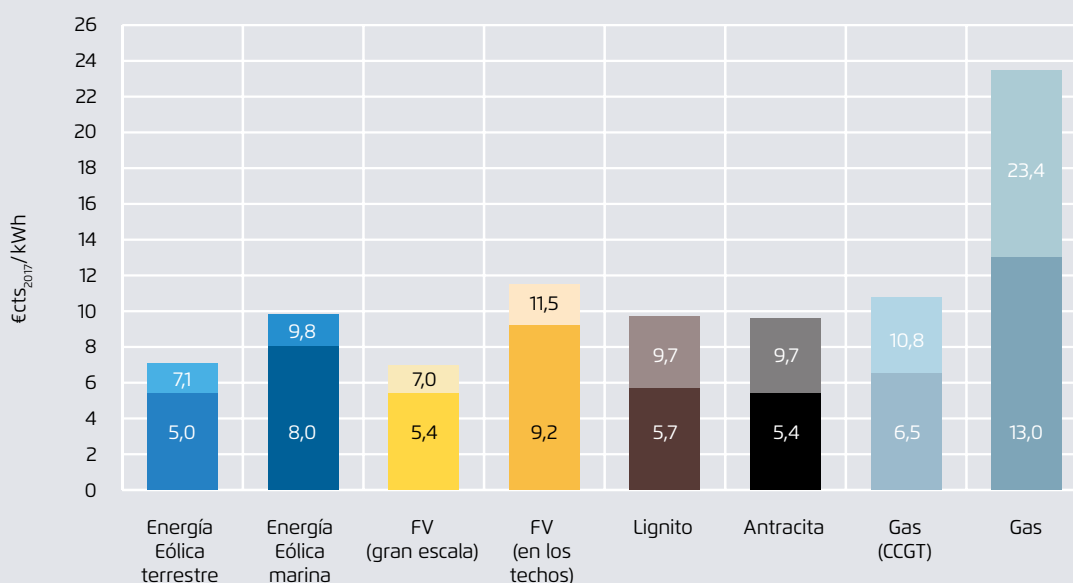
- un aumento sustancial de las energías renovables (del 3,6 por ciento de la producción eléctrica en 1990 al 35,2 por ciento en 2018, lo que corresponde al 38,2 por ciento del consumo nacional de electricidad);
- la eliminación progresiva de la energía nuclear (11,7 por ciento de la producción nacional eléctrica en 2018, frente al 27,7 por ciento en 1990);

- generación continua a gran escala utilizando lignito (22,5 por ciento en 2018) y antracita (12,8 por ciento en 2018), con una producción de energía eléctrica de lignito casi constante durante los últimos veinte años y una disminución lenta de la antracita;
- disminución moderada del consumo de energía en los últimos diez años (alrededor de -0,5 por ciento de promedio anual).

Desde 2014, las energías renovables han pasado a producir más electricidad que el lignito, pasando de ser una tecnología de nicho a convertirse en un pilar importante del sistema eléctrico.

Rango de los costos medios de generación eléctrica (LCOE) 2018

Gráfico 2



Agora Energiewende, cálculos propios. El LCOE es una medida utilizada para comparar los costos de generación (€/kWh) de diferentes tecnologías, teniendo en cuenta los costos fijos y variables, así como el costo del capital (WACC). En general, la retribución por suministro (primas) es ligeramente superior al LCOE, ya que los productores de energía suelen incluir márgenes de beneficio en sus cálculos.

## Las energías eólica y solar fotovoltaica son fundamentales para la transformación energética alemana

La energía eólica y la **fotovoltaica** son las dos tecnologías de energía renovable con mayor potencial de crecimiento en Alemania, muy por delante de otras renovables como la biomasa, la energía hidráulica, la energía marina o la energía geotérmica. El potencial de crecimiento de la biomasa es limitado debido a los costos, las limitaciones del uso de la tierra y los problemas de sostenibilidad. La energía eólica y la fotovoltaica han logrado un desarrollo considerable, principalmente gracias al sistema de tarifas de inyección a la red (feed-in tariff) por la Ley de Energías Renovables alemana (EEG) (véase Q10). En los últimos años, los costos de estas tecnologías han disminuido espectacularmente debido al progreso tecnológico y a las economías de escala. La disminución de los costos ha sido particularmente considerable en el caso de la energía fotovoltaica, donde se cuenta con una reducción de 80 por

ciento entre 2005 y 2015. Las energías eólica y la fotovoltaica son ahora competitivas con las fuentes de energía convencionales para nuevas inversiones: en 2018, los costos de generación en Alemania se situaron entre 5,4 y 7,11 cts €/kWh para eólica terrestre, entre 7,9 y 9,7 cts €/kWh para eólica marina y entre 5,4 y 7 cts €/kWh para fotovoltaica de gran escala (véase el gráfico 2). Además, se espera que en el futuro los costos disminuyan aún más.

En 2018, la potencia instalada acumulada de estas tecnologías superaba los 105 GW (eólica terrestre: 53,2 GW, eólica marina: 6,3 GW, fotovoltaica: 45,7 GW). Con esta capacidad fornecen cerca del 24 por ciento de la generación eléctrica nacional. Con las tasas de crecimiento actuales, las fuentes de energía renovables podrán compensar la eliminación gradual de la energía nuclear para 2022.

P3

¿Está importando Alemania electricidad nuclear y de carbón de países vecinos para compensar el abandono progresivo de la energía nuclear?

R

No, Alemania ha sido un exportador neto de electricidad a sus vecinos desde 2003. Las fuentes de energías renovables más que compensan el cierre de las centrales nucleares desde el accidente nuclear de Fukushima.

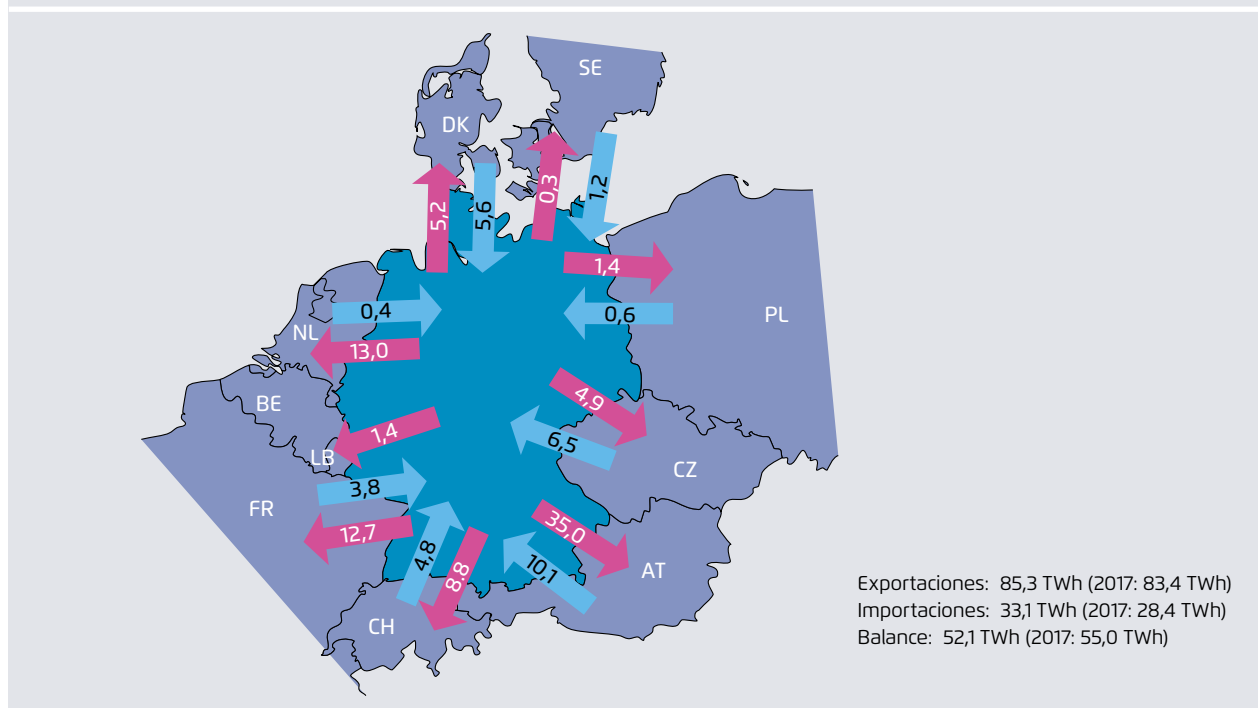
### Alemania es un exportador neto de energía a sus vecinos, a pesar de la eliminación de la energía nuclear.

Alemania es un exportador neto de electricidad desde 2003. Esta tendencia se ha acelerado desde 2011, a pesar del cierre definitivo de ocho centrales nucleares después del desastre de Fukushima. En 2018, las exportaciones netas de energía de Alemania alcanzaron los 52,1 TWh, lo que representa casi el 9 por ciento del consumo eléctrico

nacional. Austria, los Países Bajos y Francia son los principales importadores de la energía procedente de Alemania. Alemania es un exportador importante porque tiene el segundo precio más bajo de electricidad en Europa después de Escandinavia. Estos precios tan bajos en el mercado mayorista son atribuibles a la rápida expansión de las energías renovables, a una combinación de generación competitiva, al estancamiento de la demanda de energía y a la alta competitividad actual de la energía procedente del lignito en el contexto de los precios

Flujos comerciales con los países vecinos 2018. Alemania exportó electricidad principalmente a Austria, Francia, Suiza y los Países Bajos

Gráfico 3



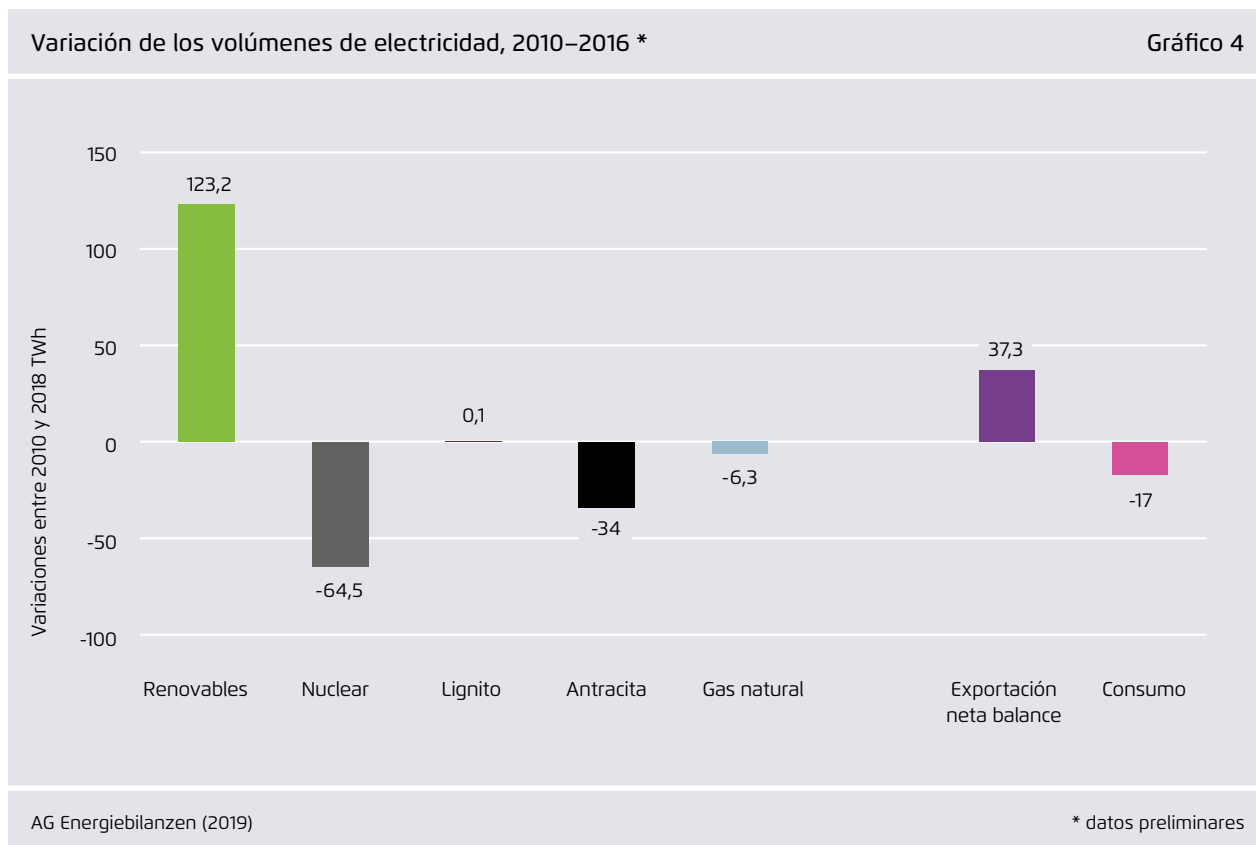
Cálculos basados en ENTSO-E 2018; se muestran intercambios comerciales, no flujos físicos

relativamente bajos de los derechos de emisión en el régimen del mercado de carbono europeo.

### El crecimiento de las energías renovables ha compensado el cierre de las centrales nucleares desde Fukushima

Entre 2010 y 2018, la producción de energía a partir de fuentes renovables aumentó en 123,2 TWh, mientras que la generación nuclear disminuyó en

64,5 TWh. En el mismo periodo, la generación de la antracita también bajó en 34 TWh, y la generación de gas en 6,3 TWh. Con el aumento de la generación renovable y una reducción del consumo de -17 TWh se ha producido un aumento de las exportaciones netas de 37,3 TWh. Por otro lado, la generación con el lignito, un combustible barato de producción doméstica, se ha mantenido constantemente alta (véase P5), lo que contribuye a que las exportaciones de energía sean elevadas.



**P4**
**¿Han aumentado los precios de la electricidad para los hogares alemanes por el desarrollo de las renovables?**
**R**

En parte, sí. Como pionera, Alemania comenzó a desarrollar las energías renovables cuando eran relativamente caras, creando costos que van a ser pagados por los consumidores alemanes a lo largo del tiempo. Sin embargo, este compromiso temprano con las energías renovables ha contribuido a la disminución de su costo en todo el mundo. Tras años de subidas, los precios de electricidad para los hogares alemanes se han mantenido estables desde 2013, ya que el costo de las nuevas centrales renovables es ahora equiparable al de las nuevas centrales eléctricas convencionales. Además, la factura de la luz en Alemania es similar a la de otros países industrializados, ya que los hogares alemanes son más eficientes y consumen menos electricidad.

### La factura de la luz en Alemania es similar a la de otros países industrializados

Los hogares alemanes pagan casi lo mismo en sus facturas de electricidad que los consumidores de otros países industrializados (por ejemplo, EE.UU. y Japón), ya que son más eficientes y consumen menos electricidad, como se muestra en la tabla 2.

Sin embargo, los consumidores alemanes pagan una de las tarifas eléctricas más altas de Europa, que actualmente ronda los 0,30 €/kWh. Sólo en Dinamarca la electricidad es aún más cara. En promedio, los hogares alemanes destinan alrededor del 2,5 por ciento de su gasto total a la electricidad. Este nivel es similar al gasto en la década de 1980, pero un poco mayor cuando comparado con el periodo de 1990 y 2000 (aproximadamente el 2 por ciento

Facturas promedio de electricidad en los hogares de los países industrializados, 2014

Tabla 2

	Consumo anual de los hogares en kWh	Precio de la electricidad en EURct/kWh	Factura anual de electricidad en EUR
Dinamarca	3.820	29,4	1.121
EE.UU.	12.294	9,0	1.110
Alemania	3.362	29,1	978
Japón	5.373	18,1	971
España	4.038	22,6	912
Canadá	11.303	7,5	851
Francia	5.830	14,3	834
Reino Unido	4.143	17,3	717
Italia	2.485	23,3	580
Polonia	1.935	15,1	291

Enerdata (2015), World Energy Council (2015), cálculos propios

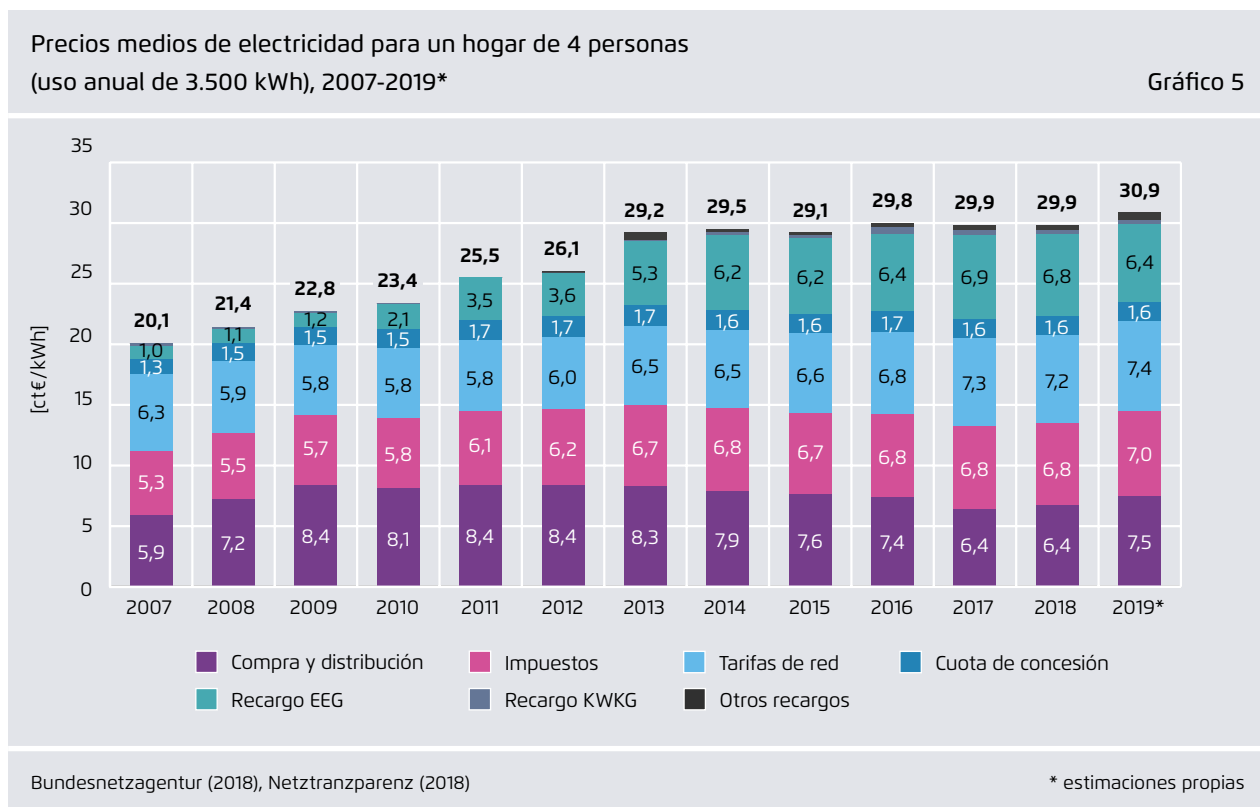
\* Datos de consumo de 2013; datos de precios de la electricidad de 2014

del gasto de los hogares). En Alemania, los hogares de bajos ingresos se ven más afectados por los altos precios de la electricidad, que representan hasta el 5 por ciento de su gasto. Mientras tanto, las industrias con elevado consumo energético en Alemania pagan uno de los precios más bajos de la electricidad en Europa, beneficiándose de exenciones y de la caída de los precios de la electricidad en el mercado mayorista (véase P6).

### Tras años de incrementos, los precios de electricidad para los hogares alemanes se han mantenido relativamente estables desde 2013

Tal como se ve en el gráfico 5, los precios de la energía han subido alrededor de un 50 por ciento desde 2007 (en términos nominales), resultantes de un aumento continuo de casi todos los componentes de los precios, incluido el gravamen de la energía renovable, las tarifas de la red y los diversos gravámenes e

impuestos. El "recargo EEG", una cuota que se añade a las facturas de luz de los domicilios para financiar las energías renovables, aumentó continuamente a lo largo de los últimos años. Actualmente se fija en 6,79 cts por kWh, lo que ha generado un pago total de 31.620 millones de euros en 2018. El recargo EEG cubre la diferencia entre el costo de generar un kWh de electricidad renovable (es decir, la retribución por suministro pagada a los productores) y los ingresos procedentes de la venta de estos kWh en el mercado mayorista. El recargo subió a un ritmo muy rápido entre 2009 y 2013, porque hubo un fuerte aumento en el empleo de la energía solar fotovoltaica cuando los costos de esta tecnología todavía eran muy altos. Estos "costos históricos" seguirán siendo pagados por los consumidores alemanes en los próximos años, ya que la legislación alemana garantiza el pago a los productores de energía solar fotovoltaica durante un periodo de veinte años. Por otro lado, la expansión de la energía renovable ha contribuido a reducir los precios del mercado mayorista, compensando



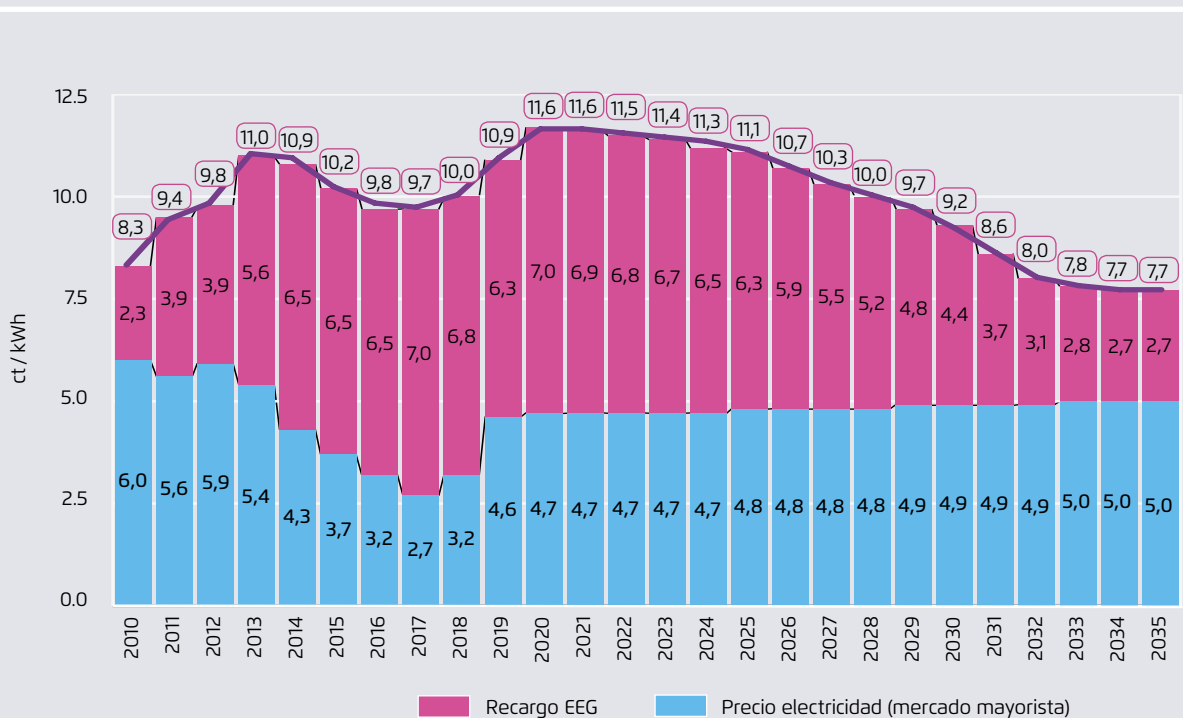
en parte el elevado recargo por EEG (como se ve en el gráfico 6). Como pionera, Alemania invirtió fuertemente en energías renovables cuando todavía eran bastante caras. Si bien esto ha creado cargas económicas para los consumidores alemanes, también ha contribuido a la caída de los precios de la tecnología en todo el mundo, abaratando el desarrollo de las energías renovables en otros países.

### Se espera que los precios de la electricidad se mantengan en los próximos años y bajen a partir del 2025

Como se muestra en el gráfico 5, los precios de la electricidad en los hogares se han mantenido relativamente estables desde 2013. Se espera que estos precios aumenten sólo ligeramente en los próximos años, ya que los principales factores de costo han pasado a la historia. El costo de las nuevas

instalaciones de energía solar fotovoltaica ha disminuido significativamente en los últimos años (véase la pregunta 2) y ya no será un factor de costo importante. Por otro lado, se espera que el desarrollo de la energía eólica marina, una tecnología emergente aún bastante cara, genere costos más elevados. Para asegurar el desarrollo de la expansión de las renovables al menor costo posible, la última reforma de la Ley de Energías Renovables (EEG 2017) ha introducido un sistema de subastas con el objetivo de ampliar la competencia (véase P10). Con el conjunto de estas variables se espera que el recargo EEG se mantenga estable en el mediano plazo. En el más largo plazo, a partir de 2025, se prevé una reducción de los costos a medida que los consumidores ya no tengan que pagar por la potencia renovable más antigua (y más cara) instalada en la década de los 2000 (véase el gráfico 6).

Suma de los precios al por mayor de la electricidad y el recargo EEG en €cts/kWh de 2010 a 2035 Gráfico 6



Estimaciones propias de Öko-Institut (2018)

P5

**¿Han aumentado las emisiones de CO<sub>2</sub> en Alemania debido al incremento de la producción de electricidad a partir del carbón?**

R

En realidad, no. En 2018, después de haber disminuido durante cinco años consecutivos, la generación de electricidad a partir de carbón y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector eléctrico estaban por debajo de los niveles de 2010. Ahora bien, esto se debe principalmente a la reducción del uso de la antracita importada, siendo que la utilización del lignito se ha mantenido constante. La competitividad de esta fuente, junto con reducciones insuficientes de las emisiones en los sectores de transporte, industria y de la calefacción, son los principales obstáculos para que Alemania pueda ampliar la reducción de gases de efecto invernadero y cumplir sus compromisos climáticos.

## El sector eléctrico todavía es un gran emisor de CO<sub>2</sub>, pero las emisiones están por debajo de los niveles de 2010 y han disminuido durante cinco años seguidos

Alemania estableció objetivos climáticos ambiciosos. Comparando con los niveles del 1990, se propone reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 40 por ciento en 2020, por lo menos en un 55 por ciento en 2030, al menos en un 70 por ciento en 2040 y entre un 80 por ciento y un 95 por ciento en 2050. En 2018, las emisiones de gases de efecto invernadero estaban un 31,7 por ciento por debajo de los niveles de 1990 (véase el gráfico 7). Para el año 2018 se ha observado una reducción especialmente significativa, de 51 Mt de CO<sub>2</sub>. A pesar de este éxito, Alemania difícilmente logrará sus objetivos de reducción de sus emisiones totales en 40 % al 2020. Para esto es necesario ampliar la reducción de las emisiones en los sectores de la industria, la calefacción y el transporte. Además, es imprescindible reducir la generación eléctrica con el lignito, que sigue siendo responsable por gran parte de las emisiones del sector eléctrico, que todavía representan 35 por ciento del total de las emisiones nacionales (328 Mt de CO<sub>2</sub> en 2017).

## Por consecuencia, la descarbonización del sector eléctrico es esencial para alcanzar los objetivos climáticos

Las decisiones más recientes sobre la inversión en nuevas centrales eléctricas de carbón en Alemania se

tomaron hace unos 10 años. Uno de estos proyectos (Datteln 4) está todavía en construcción, pero por lo demás, no está previsto construir nuevas centrales eléctricas de carbón en Alemania.

## Desde 2014, la generación de electricidad a partir del carbón y las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector de la energía han disminuido ligeramente

Las emisiones del sector eléctrico aumentaron en 2012 y 2013, a pesar del desarrollo de las energías renovables y del aumento de la eficiencia energética (un desarrollo contradictorio conocido como "*Energiewende-Paradox*", o paradoja de la transición energética). Estas elevadas emisiones se explican por la alta rentabilidad de las centrales eléctricas de carbón, que en la época aun representaban 40 por ciento de la producción total de electricidad en Alemania. Esta alta rentabilidad fue producto de una combinación de bajos precios de carbón y de un régimen débil de los derechos de emisión en Europa.

Esta combinación de factores favoreció que los niveles de producción de energía a partir del carbón en Alemania se hayan incrementado, desplazando a las centrales eléctricas de gas natural menos contaminantes, tanto en Alemania como en los países vecinos. Esto generó altas emisiones de CO<sub>2</sub>, así como exportaciones muy elevadas (con beneficios para los países vecinos, que aprovechan los precios más bajos de la electricidad). Desde



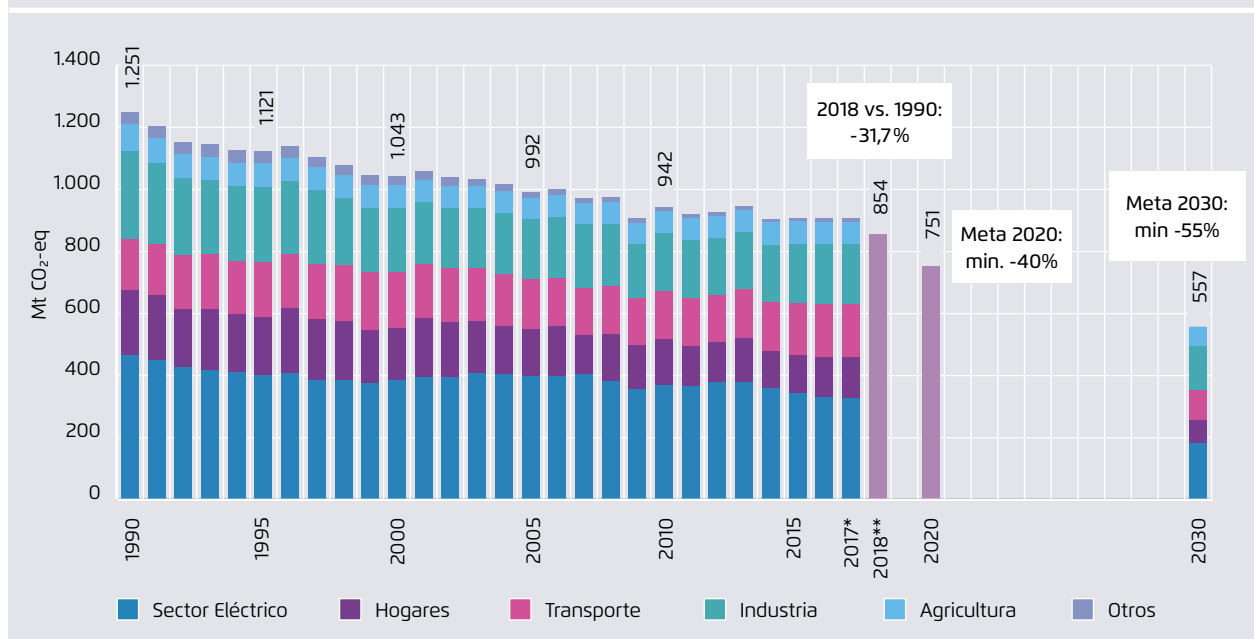
2014, sin embargo, la producción de electricidad a partir del carbón y las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector eléctrico han disminuido (ver gráfico 8): las energías renovables y la reducción de la demanda de energía están desbancando a las centrales eléctricas de carbón, sobre todo de antracita, lo que conlleva una disminución general de las emisiones nacionales de CO<sub>2</sub>. Además, en 2016, el descenso de los precios de los combustibles fósiles ha favorecido a las centrales eléctricas de gas frente a las antiguas centrales eléctricas de carbón, lo que ha dado lugar a una disminución aún mayor de las emisiones, de CO<sub>2</sub>. Este efecto se ha ampliado aún más con el aumento del precio de los derechos de emisiones que ha resultado por consecuencia de las reformas del régimen de derechos de emisión en Europa, pero la producción de electricidad a partir del lignito sigue elevada y las exportaciones netas también continúan siendo positivas (véase P3).

### Alemania necesita eliminar gradualmente la energía del carbón para cumplir sus objetivos climáticos

En un escenario sin nuevas políticas, se prevé que las emisiones del sector eléctrico disminuyan aún más en hasta, aproximadamente, 40 Mt de CO<sub>2</sub> en 2020. Ahora bien, esta tendencia a la baja en el sector energético no es suficiente para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones para 2020, por lo que serán necesarios nuevos esfuerzos para la disminución. Para superar esta diferencia se han adoptado una serie de medidas políticas complementarias, entre las que se incluye la retirada de las antiguas centrales eléctricas de lignito (2,7 GW, aproximadamente el 13 por ciento de las antiguas centrales eléctricas de lignito en Alemania). Una vez fuera del mercado, estas plantas permanecerán durante cuatro años en una "reserva climática" y sólo se activarán si existe el peligro de un grave déficit de

Emisiones de gases de efecto invernadero por sectores, 1990-2018, junto con los objetivos de reducción para 2020 y 2030

Gráfico 7



Umweltbundesamt (2018a), cálculos propios

\* datos preliminares, \*\* estimaciones propias

energía. Después de cuatro años más, las plantas se cerrarán definitivamente.

## La comisión de carbón y el desarrollo de un consenso nacional sobre la salida de la generación eléctrica carbonífera

Para que Alemania pueda cumplir sus objetivos climáticos de largo plazo, es necesario definir una trayectoria de eliminación gradual de generación eléctrica a partir del carbón. Del lado de la generación con antracita, que en 2018 representaba cerca del 13 % de la generación, la salida no afecta las actividades mineras del país, ya que la última mina de este combustible fue cerrada en diciembre de 2018. Por parte de la generación con lignito, que en el año 2018 aún representaba casi 23 por ciento de la generación, la situación es más crítica, pues su actividad minera involucra alrededor de 20.000 empleos directos, muchos en regiones sin alternativas económicas. Considerando esta complejidad, y para asegurar que la transición se pueda definir de forma equitativa en el ámbito social, ambiental y económico, se ha creado la comisión "Crecimiento, Cambio Estructural y Empleo" con la participación de los productores de electricidad, los sindicatos, el gobierno y las ONG ambientalistas, un concepto propuesto por Agora Energiewende (2016). Después de seis meses de trabajo e intensa discusión, la comisión presentó sus recomendaciones con un plan gradual de salida del carbón para el año 2038 (BMW, 2019). El reporte no es vinculante para el gobierno, pero como representa un amplio consenso de muchos actores de la sociedad alemana, sus recomendaciones son vistas como orientaciones importantes para el proceso legislativo. Los ejes principales de sus recomendaciones son:

- i) Una trayectoria de reducción gradual de la generación con antracita y lignito que se orienta por los compromisos climáticos asumidos por el país. En un primer momento esto significa el cierre de 12,6 GW de capacidad de generación para el año 2022, lo que representa un 30 % de la capacidad operativa de 2017. Para el periodo

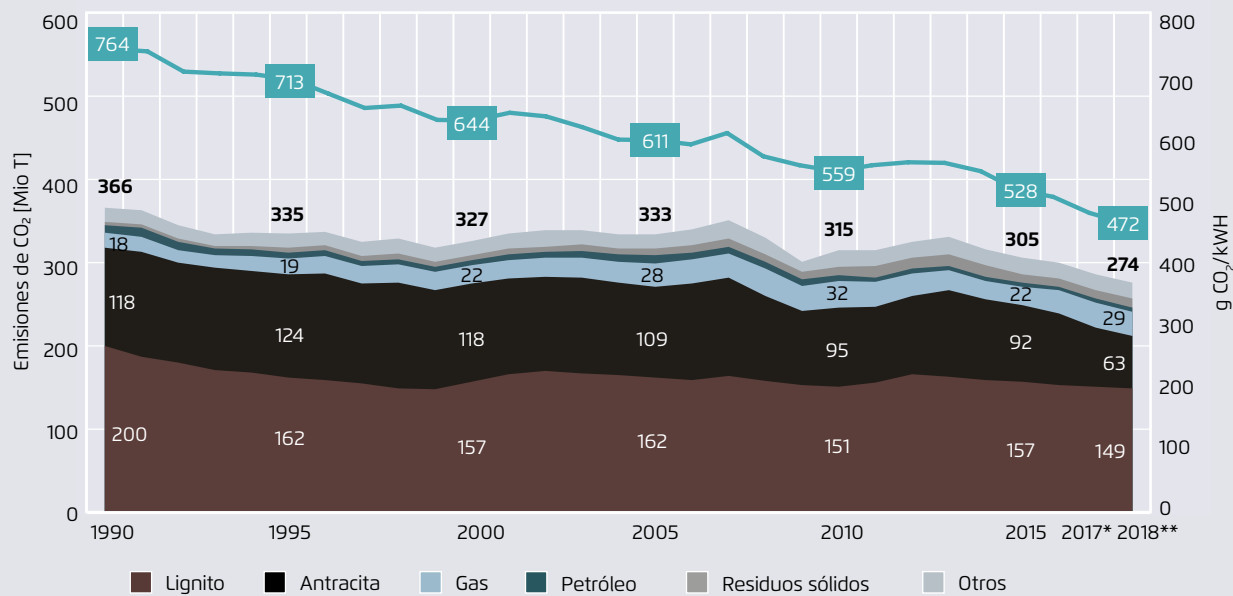
hasta el año 2030, se demanda el cierre de otros 14 GW de capacidad de generación, y en el año 2038, todas las centrales deberán discontinuar sus operaciones.

- ii) El reporte menciona la posibilidad de adelantar la salida al año 2035, pero demanda que la viabilidad y la sustentabilidad de la trayectoria sea evaluada regularmente. Esto reconoce que una salida exitosa del carbón también requiere que la expansión de la generación renovable, hasta un 65 % de la demanda en el año 2030, se implemente como fue planificado.
- iii) Para atender las demandas para una salida socialmente equitativa, el plan considera la definición de estrategias y la transferencia de recursos para promover la transición estructural de las regiones afectadas. Para esto, menciona la posibilidad de inversiones en industrias que se alinean con la transición energética, como por ejemplo el desarrollo y la producción de baterías. También se considera la posibilidad de pagos de compensación para la industria minera y de generación, así como para sus trabajadores.

Evidentemente, el reporte de la comisión es apenas el primer paso para un proceso legislativo y la implementación de la trayectoria de salida del carbón va a ser un proceso de transición complejo y de largo plazo. No obstante, es importante de resaltar la importancia del reporte como resultado de un diálogo amplio, constructivo y consensual sobre un tema que es sensible para Alemania, pero también para muchos otros países que aún dependen del carbón.

Emisiones de CO2 en el sector eléctrico por fuente de energía, 2000-2018

Gráfico 8



Umweltbundesamt (2018b), cálculos propios

\* datos preliminares, \*\* estimaciones propias

**P6** ¿Cómo ha afectado la *Energiewende* alemana a la economía nacional?

Desde 2008, la economía alemana ha gastado entre el 2,3 y el 2,5 por ciento del PIB anual para remunerar los servicios eléctricos. El desarrollo de la energía renovable y la promoción de la eficiencia energética han impulsado importantes inversiones, fomentando el empleo y el crecimiento. Pero por su naturaleza transformadora, la *Energiewende* también desplaza la inversión y el empleo en los sectores energéticos convencionales. Además, las empresas de gran consumo energético están protegidas contra el aumento de los costos de energía, con el fin de preservar su competitividad y evitar una fuga de industrias. Gracias a la eficiencia energética, Alemania ha desvinculado con éxito el crecimiento económico del consumo de electricidad.

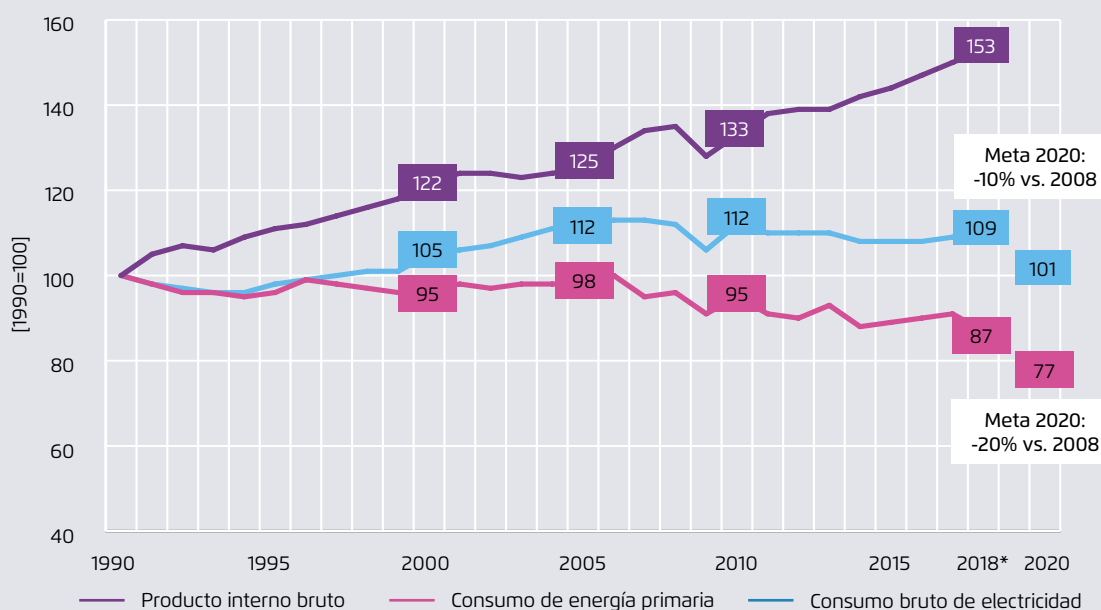
**El desarrollo de las energías renovables contribuye al crecimiento del PIB alemán y, gracias a la eficiencia energética, Alemania ha desvinculado el crecimiento económico del consumo de electricidad**

Como porcentaje del PIB, el gasto total en el sector eléctrico en Alemania no ha variado

significativamente en los últimos diez años. Desde 2008, Alemania ha gastado entre el 2,3 y el 2,5 por ciento del PIB anual en su sistema energético, un nivel similar al de mediados del decenio de 1990, pero superior al de 2000 (1,6 por ciento). En términos absolutos, los gastos del sistema eléctrico han aumentado (de unos 60.000 a 70.000 millones de euros anuales), pero este aumento se ha visto

Producto interno bruto, energía primaria, consumo y producción de electricidad, 1990-2018 (indexado, 1990=100)

Gráfico 9



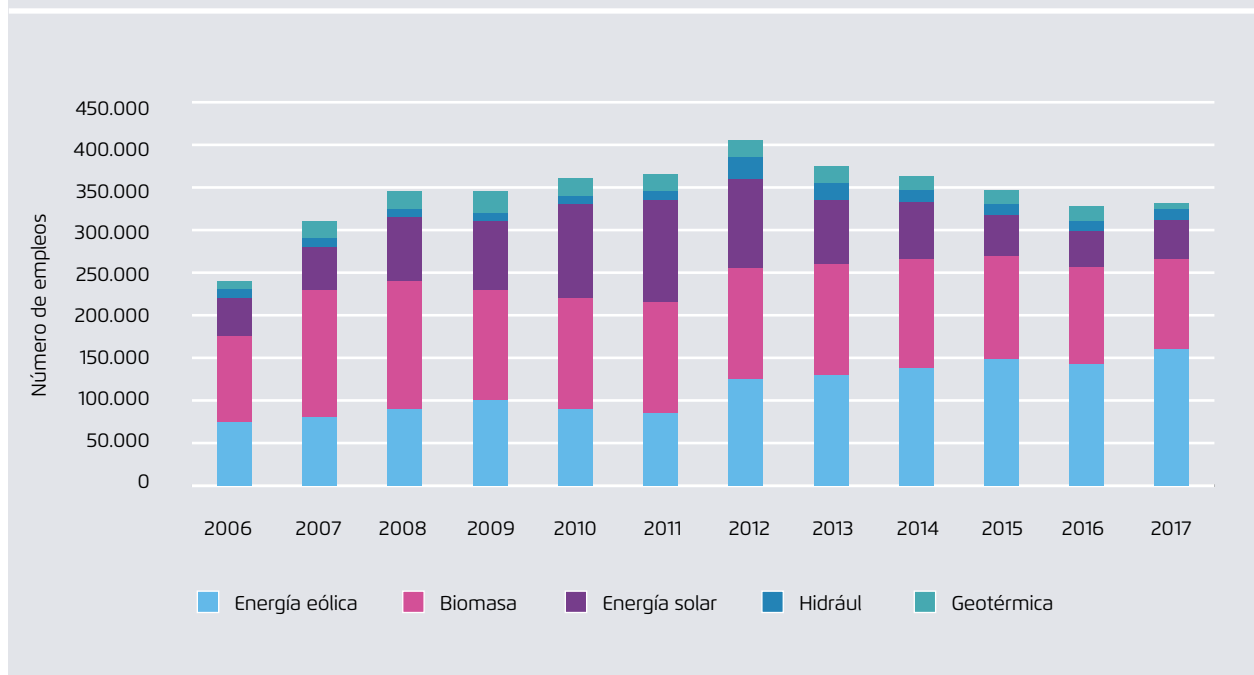
AG Energiebilanzen (2019), cálculos propios

compensado por el aumento del PIB. La transición energética es un proceso de transformación socioeconómica y un importante programa de inversión que fomenta el crecimiento y la innovación en nuevos sectores de baja emisión de carbono (energías renovables, eficiencia energética, nuevos servicios energéticos y transporte alternativo). La inversión total en energías renovables en todos los sectores, entre 2000 y 2017, fue de 270.590 millones de euros, lo que corresponde a una media anual de 16.000 millones de euros. Estas inversiones han contribuido a la competitividad alemana en tecnología verde, a la vez que han favorecido el crecimiento del PIB. En la próxima década, se espera que la inversión en el sector eléctrico alcance los 15.000 millones de euros anuales, de los cuales entre 9.000 y 10.000 millones de euros se invertirán en nueva capacidad renovable. Además, Alemania ha conseguido desvincular el crecimiento económico del consumo eléctrico (como puede verse en el gráfico 9).

La transición energética ha tenido un impacto importante en la estructura de empleo del sector energético. En 2017, la industria de las energías renovables por sí sola representaba aproximadamente 331.000 empleos, el doble que en 2004. El sector de la energía eólica es el que más empleo genera (unos 160.200 empleos en 2017), seguido por el sector de la biomasa (105.700 empleos). El sector alemán de la energía solar (45.500 empleos en 2017) experimentó una profunda reestructuración entre 2011 y 2017, con la pérdida de unos 84.000 empleos como consecuencia de la fuerte competencia en el mercado mundial de paneles y el freno de la demanda nacional (+1,2 GW de potencia instalada en 2016 frente a un crecimiento anual de +7,5 GW entre 2009 y 2012). Aun así, el sector de la energía solar continúa siendo un importante empleador.

Empleo en el sector alemán de las energías renovables de 2006 a 2017

Gráfico 10



IRENA (2018)

## La transición energética está desplazando la inversión y el empleo de los sectores de energía convencional a favor de los sectores de energía renovable

Por otro lado, el desarrollo de las energías renovables y de la eficiencia energética ha desplazado a la inversión en energía convencional (es decir, el carbón y la energía nuclear), lo que ha tenido efectos negativos en la inversión y el empleo en estos sectores. Además, el aumento de los costos de la energía, aunque moderado, ha reducido el poder adquisitivo de los consumidores y las empresas alemanas, ocasionando una reducción del consumo y de la inversión. Pero estos efectos se ven en parte compensados por el aumento de las exportaciones de productos manufacturados en el sector de las energías renovables. De hecho, el desarrollo de las energías renovables en combinación con medidas de eficiencia energética ha permitido una reducción neta de las importaciones de combustibles

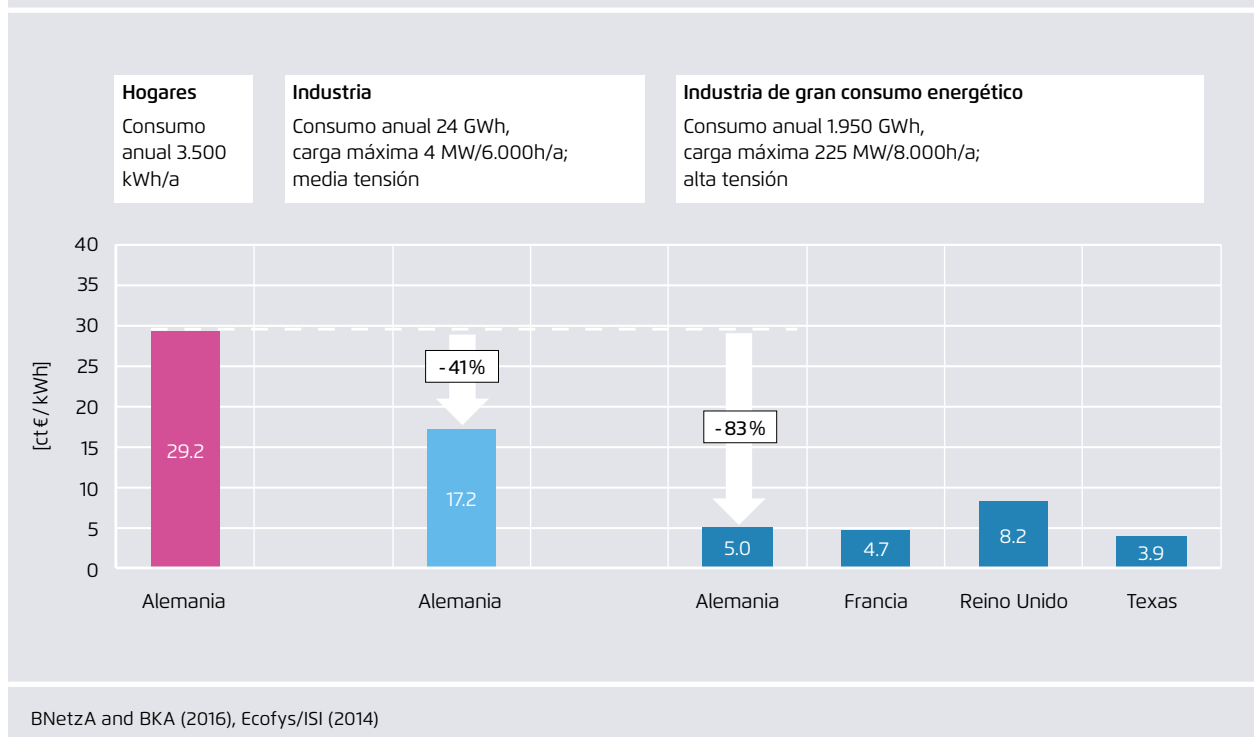
fósiles. Las estimaciones para 2015 indican un ahorro de importaciones de 8.800 millones de euros procedentes del desarrollo de energías renovables y de 16.000 millones de euros procedentes de la eficiencia energética. Según un estudio encargado por el Ministerio Federal de Economía y Energía, el resultado neto de la transición energética sobre el empleo en Alemania es levemente positivo, con un aumento neto anual de 18.000 empleos hasta 2020 en comparación con un escenario sin la transición energética.

## Las empresas de gran consumo energético están protegidas políticamente contra el aumento de los costos de energía, con el fin de garantizar su competitividad y evitar la fuga de industrias

En los últimos años, los medios de comunicación han informado sobre algunos cierres de centros de producción en Alemania y la reinversión en el

Precios medios de las electricidad para los hogares y los consumidores industriales, 2013

Gráfico 11



extranjero, especialmente en EE.UU. Estos casos de fuga de industrias dependen de diversos factores, incluida la proximidad a nuevos mercados y las diferencias en los costos laborales, y no pueden atribuirse claramente a incrementos efectivos y proyectados de los precios de la electricidad. Por otra parte, en algunos sectores (por ejemplo, acero, aluminio, cemento), los costos de la electricidad desempeñan un papel clave en la competitividad de las empresas. Los precios de la electricidad que pagan los consumidores industriales alemanes difieren considerablemente, ya que se conceden diversas exenciones sobre los componentes del precio en función de sus niveles de consumo y de su exposición a la competencia internacional. Mientras que los pequeños consumidores industriales alemanes (consumo inferior a 20 MW por hora) pagan uno de los precios minoristas más altos de Europa, las industrias de gran consumo eléctrico pagan uno de

los precios más bajos. De hecho, las industrias de gran consumo casi no pagan impuestos y gravámenes (por kWh consumido) debido a las exenciones previstas para favorecer su competitividad internacional. Asimismo, compran su electricidad directamente en el mercado mayorista, beneficiándose así de los precios más bajos. En 2016, unas 2.140 empresas en Alemania, que representan el 20 por ciento del consumo nacional de energía, se beneficiaron de esas exenciones.

El resto del sector industrial alemán paga facturas de luz relativamente altas en comparación con el promedio europeo, pero sus costos energéticos son bastante bajos en relación con los ingresos. El 98,5 por ciento de las empresas alemanas pagan menos del 6 por ciento de sus ingresos en costos energéticos.

P7

¿Se ve amenazada la seguridad del suministro de electricidad en Alemania por la dependencia de las renovables?

R

No. El suministro de electricidad de Alemania está estable a pesar de una elevada proporción de energías renovables. El sistema eléctrico alemán es actualmente uno de los más fiables del mundo. La producción variable de las energías renovables se gestiona con éxito gracias a la flexibilidad del sistema eléctrico. El funcionamiento de la carga de base de las centrales eléctricas se ha reducido considerablemente, sin perjudicar la seguridad del suministro.

### El suministro de electricidad en Alemania está estable a pesar de un alto porcentaje de energías renovables

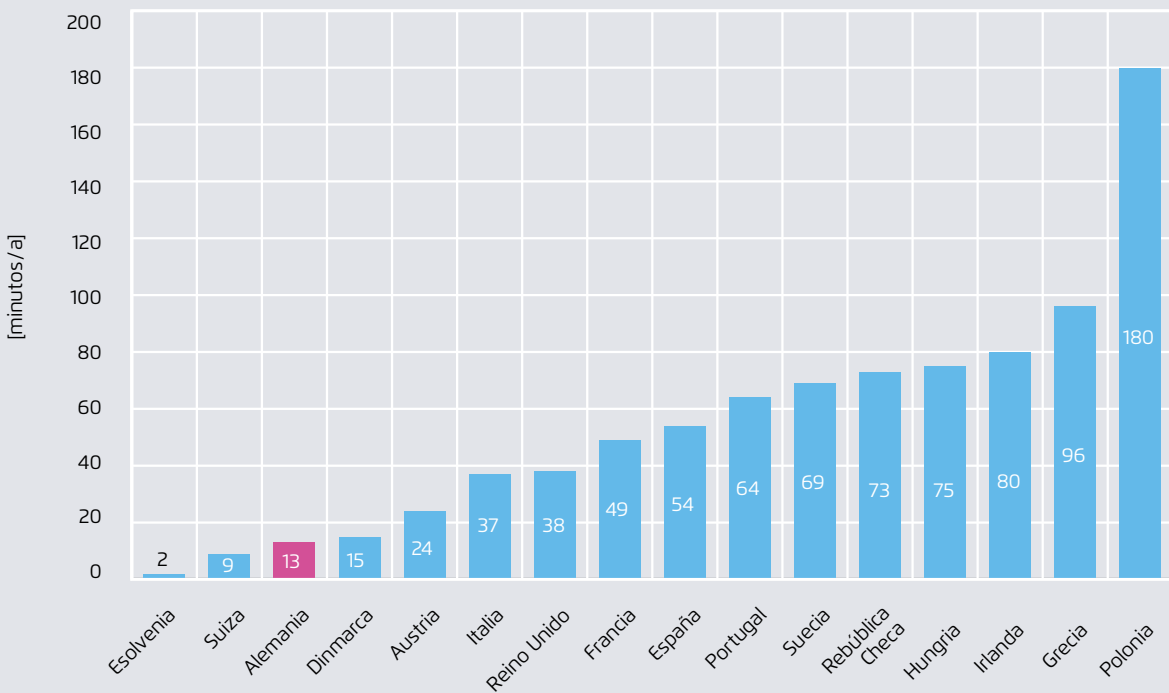
Aunque las energías renovables representan hoy el 38,2 por ciento del consumo de electricidad, el sistema eléctrico alemán es uno de los más fiables del mundo, con pocas limitaciones de capacidad imprevista (13 minutos en 2016; véase el gráfico 12). A modo de

comparación, las restricciones de capacidad en EE.UU. fueron aproximadamente diez veces mayores. No obstante, algunas limitaciones regionales de la red -especialmente en el eje norte/sur- requieren varias medidas activas de gestión de la red para garantizar la estabilidad del sistema, incluida la redistribución<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La redistribución es un medio para resolver la saturación del transporte de electricidad cambiando los niveles de

Índice de duración de interrupción promedio del sistema no planificado (SAIDI, excluyendo eventos excepcionales) 2016

Gráfico 12



CEER (2015)



de la generación convencional y, como último recurso, la reducción forzada ("curtailment") de las energías renovables variables. El aumento del nivel de interconexiones entre Alemania y sus vecinos europeos ha mejorado la seguridad del abastecimiento, al tiempo que ha facilitado la incorporación de energías renovables, solar y eólica, que son variables por naturaleza. Además, se han introducido varias provisiones (reservas de red, capacidad, red y "standby") para garantizar la seguridad del suministro en "situaciones de emergencia". Se puede recurrir a estas reservas para resolver los cortes de electricidad o las restricciones de la red. Su objetivo es responder a los temores políticos de que un mercado avanzado

de "energy-only" no pueda garantizar la seguridad de las necesidades de suministro. Aparte de disipar los temores, la reserva de la red tiene por objeto aliviar la congestión de la red norte-sur en Alemania (véase P9).

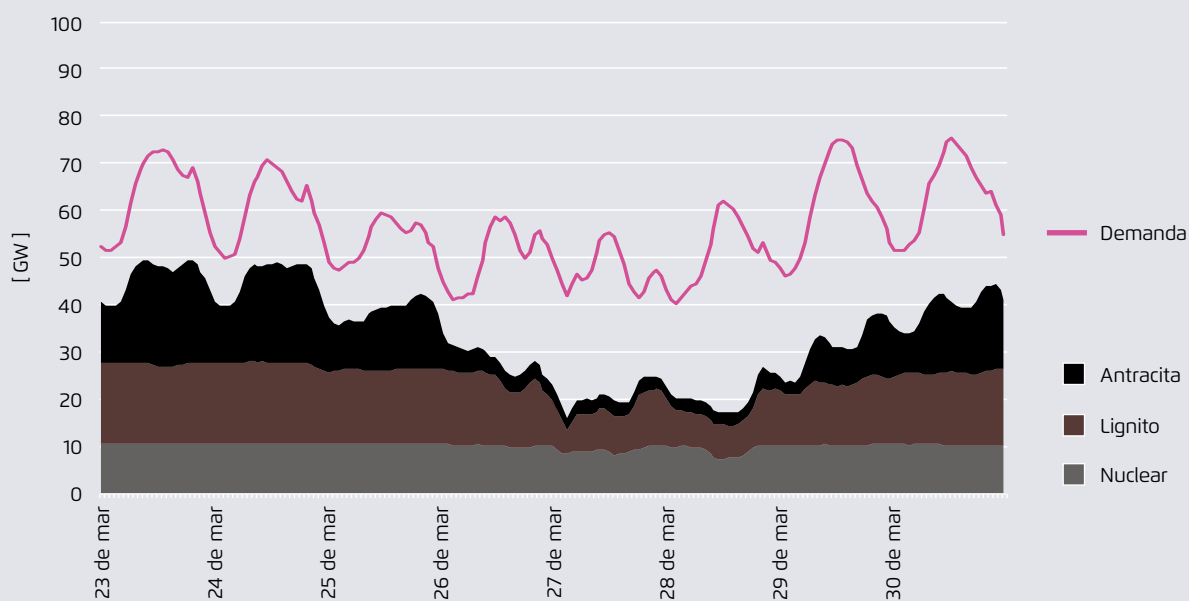
**La variabilidad de la producción eléctrica de las energías eólicas y solares se gestiona por la flexibilidad del sistema energético. El funcionamiento de la carga de base de las centrales eléctricas convencionales se ha reducido considerablemente**

Los aerogeneradores y las centrales fotovoltaicas son fuentes variables que suministran electricidad sólo cuando sopla el viento y brilla el sol. Esta variabilidad requiere un cambio fundamental en el sistema eléctrico y en los mercados energéticos, que deben hacer frente a una elevada fluctuación a la hora de inyectar energía a la red.

salida del generador. Al reducir la potencia real de una o más centrales eléctricas y al mismo tiempo aumentar la potencia real de una o más centrales eléctricas diferentes, es posible aliviar la saturación al tiempo que se mantiene constante la potencia real total de la red. El ajuste de la producción de los generadores responsables de la congestión puede ser una solución menos costosa y más rápida para mejorar los flujos de transporte que la construcción de nuevas líneas.

Generación de energía a partir de centrales nucleares, de antracita y lignito y demanda en Alemania, del 23 al 30 de marzo 2016

Gráfico 13



Agora Energiewende

Como las energías renovables variables (solar y eólica) representan actualmente el 24 por ciento del consumo de energía eléctrica en Alemania, las centrales eléctricas convencionales (es decir, la energía nuclear y del carbón) tienen que responder con flexibilidad a los rápidos cambios en la oferta y la demanda de energía. En la actualidad, el sistema energético alemán ofrece un abundante potencial técnico de flexibilidad (muy superior a la demanda real de flexibilidad). Como se ve en el gráfico 13, las centrales eléctricas convencionales ya están operando de manera flexible para gestionar la inyección de energía variable. Tomando el ejemplo de una semana en marzo de 2016, el funcionamiento de las centrales nucleares y de carbón se redujo significativamente, mientras que la generación de electricidad a partir de las renovables fue elevada. También existen otras opciones de flexibilización para incorporar fuentes de energía variables al sistema eléctrico. Entre ellas figuran, por ejemplo, la gestión de la demanda, la ampliación de la infraestructura de la red (incluidas las soluciones de redes inteligentes) y, a largo plazo, la ampliación de la capacidad de almacenamiento. Este cambio de modelo será cada vez más importante a medida que Alemania avance hacia más del 65 por ciento de energías renovables para 2030.

En este marco, se están rediseñando los incentivos para promover la eficiencia del mercado en el ámbito de la nueva legislación sobre el mercado de la electricidad. Los precios de mercado deben reflejar los beneficios de la flexibilidad, a fin de aprovechar el potencial técnico de la manera más eficiente posible. Además, se debe dar prioridad a la eliminación gradual del suministro básico inflexible.

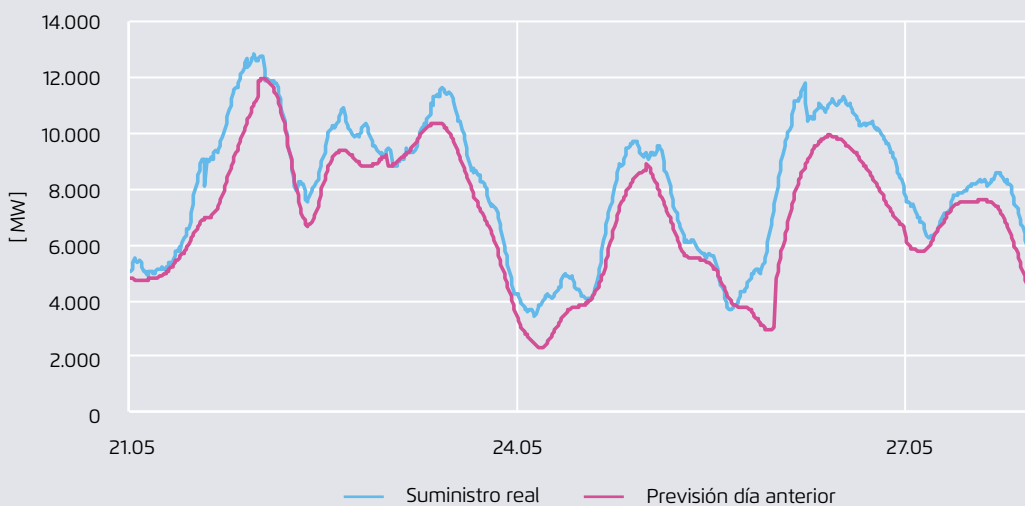
## La mejora de las previsiones, la gran capacidad de respuesta de los sistemas de control y la flexibilidad de los mercados permiten la integración de una alta participación de las energías renovables, incluso en situaciones extremas

El sistema eléctrico alemán ya ha sufrido varias situaciones extremas en cuanto al suministro variable de energías renovables. El 8 de mayo de 2016, las energías renovables cubrieron hasta el 86,3 por ciento de la demanda eléctrica alemana con gran parte de la energía fotovoltaica y eólica. Pero la producción variable no debe confundirse con la producción incierta, ya que la previsión de la generación eólica y fotovoltaica ha progresado significativamente, como puede verse en el gráfico 14.

Un buen ejemplo de una situación extrema es el eclipse solar del 20 de marzo de 2015. Debido al eclipse, la producción de electricidad a partir de energía fotovoltaica descendió 5 GW en 65 minutos, y volvió a aumentar 13 GW en 75 minutos, como se muestra en el gráfico 15. Para mitigar el impacto del eclipse solar, los operadores de sistemas de transporte de toda Europa coordinaron las operaciones del sistema antes y durante el evento. La flexibilidad se negoció en mercados a corto plazo. Como resultado se ha logrado el suministro estable de la electricidad durante las horas del eclipse. Si bien hoy estas fuertes fluctuaciones en el suministro son inusuales, se darán con mayor frecuencia en 2030, cuando se espera que el 65 por ciento de la electricidad será producida a partir de fuentes renovables.

Diferencia entre el pronóstico de energía eólica del día anterior y la potencia inyectada real (semana de mayo de 2015 en el noreste de Alemania)

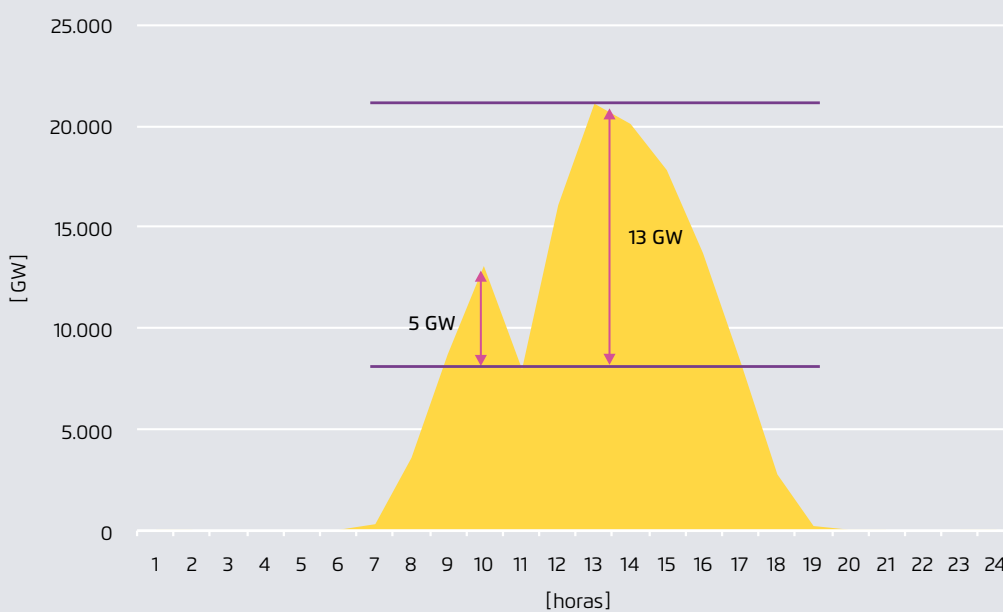
Gráfico 14



50 Hertz (2018)

Producción de energía solar en GW durante el eclipse solar del 20 de marzo de 2015

Gráfico 15



Agora Energiewende (2015)

**P8** ¿Los ciudadanos alemanes y la comunidad empresarial apoyan la transición energética?

**R**

Los ciudadanos alemanes apoyan firmemente la transición energética. Pero sólo cerca del 50 por ciento de los alemanes piensa que la transición energética está bien gestionada. La comunidad empresarial alemana ha asumido el reto de esta transición, que conlleva tanto riesgos como oportunidades.

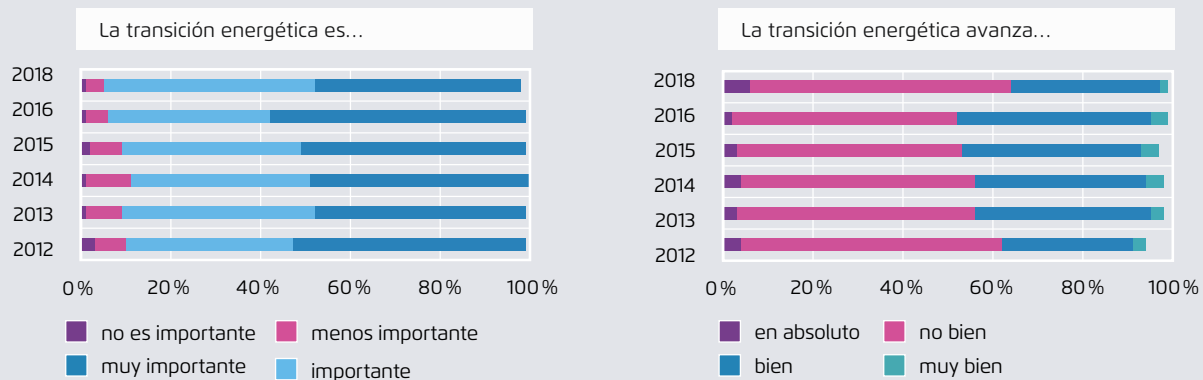
**Los ciudadanos alemanes apoyan los objetivos de la transición energética**

La transición energética va más allá de la transformación técnica de la infraestructura energética. Se trata de un proyecto económico

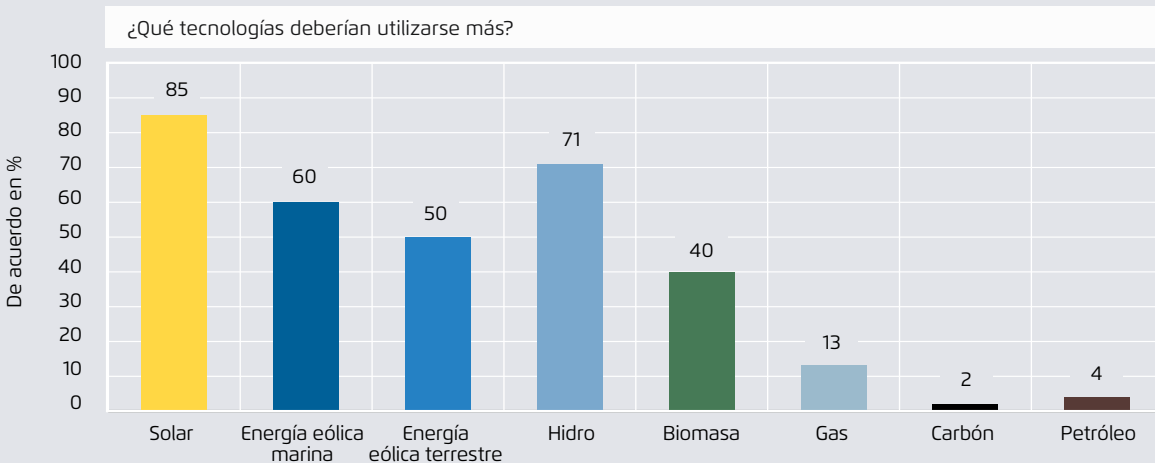
y ecológico a gran escala impulsado por ideas científicas y consideraciones éticas. Los ciudadanos alemanes tienen un gran deseo de eliminar progresivamente la energía nuclear y transformar la forma en que se suministra y consume la energía. Existe un sólido consenso a favor de las

La opinión pública sobre la transición energética

Gráfico 16



Forschungsgruppe Wahlen, encargado por BDEW 2016



Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018): Energiewendemonitor 2018.

energías renovables y de una producción más descentralizada, que en conjunto podrían promover la "democratización del sistema energético". La transición energética está teniendo un impacto económico y social de gran envergadura.

Las encuestas de opinión muestran que los ciudadanos alemanes apoyan la transición energética. Más del 90 por ciento de los ciudadanos alemanes están de acuerdo en que la transición energética es importante o muy importante. Asimismo, la inmensa mayoría de los ciudadanos alemanes están a favor de la energía eólica y solar como pilares clave del sistema energético (ver gráfico 16). Un 35 por ciento de los alemanes cree que la transición energética está avanzando a buen ritmo. Para el 65 por ciento de los ciudadanos alemanes, la expansión de la energía renovable es considerada demasiado lenta.

### La transición energética marca el comienzo de una economía energética radicalmente diferente, caracterizada por la generación descentralizada y una gran variedad de actores

En la actualidad, hay cerca de 1,5 millones de sistemas fotovoltaicos y 26.000 aerogeneradores instalados

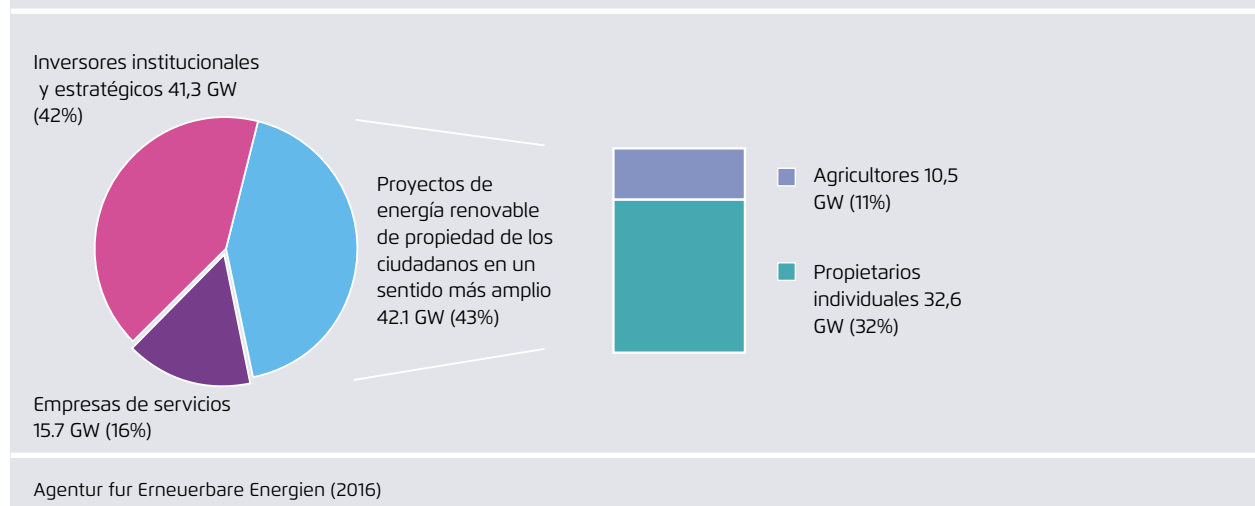
en Alemania. A diferencia de la generación térmica convencional, esta capacidad renovable se despliega en un sistema muy descentralizado de instalaciones a pequeña escala. Esta diversificación de la combinación de energías ha afectado a la estructura de propiedad de las centrales eléctricas en el país. Una gran parte de estos sistemas de energía renovable fueron financiados y actualmente son propiedad de actores no tradicionales en el sector de energía, incluyendo domicilios, agricultores y cooperativas de energía. En 2016 (últimos datos disponibles), estos proyectos de propiedad de los ciudadanos representaban el 43 por ciento de toda la capacidad renovable instalada en Alemania, mientras que las empresas de servicios públicos sólo tenían una cuota de mercado de alrededor del 16 por ciento. Esta estructura de propiedad singular es una de las razones del amplio respaldo de la transición energética.

### La comunidad empresarial alemana ha asumido el reto de la transición energética, que conlleva tanto riesgos como oportunidades

La comunidad empresarial alemana ha apoyado a la transición energética, ya que ofrece nuevas oportunidades de negocio. Sin embargo, algunas

Potencia instalada de energía renovable desglosada por tipo de propietario en Alemania en 2016

Gráfico 17



partes interesadas, especialmente las empresas industriales, temen incrementos del costo de la energía que socavarían su competitividad internacional. El gobierno alemán ha respondido a estas preocupaciones concediendo exenciones fiscales a las industrias de gran consumo energético. La postura adoptada por las grandes empresas de servicios de electricidad en la transición energética ha cambiado significativamente en los últimos diez años. Tradicionalmente, los modelos de negocio de las grandes empresas de servicios públicos se han basado en la producción centralizada en centrales de combustibles fósiles y nucleares y en una demanda creciente de electricidad. La energía renovable se percibía como una "tecnología de nicho". Pero con el rápido desarrollo de las renovables distribuidas, el estancamiento de la demanda de energía y la inminente eliminación de la energía nuclear, las empresas de servicios han revisado sus modelos de negocio y hoy, muchos se posicionan como promotores de la transición energética.

## P9 ¿Cuál es el estado actual de la expansión de la red de transmisión norte-sur?

R

La modernización de la red eléctrica es crucial para el futuro del sistema eléctrico alemán. Se estima que para el año 2025 habrá que instalar 8.000 kilómetros de nuevas líneas de transmisión, pero, a la fecha, sólo se han construido 700 kilómetros. Para garantizar el funcionamiento fiable de la red en el sur de Alemania, se activa una reserva de red cuando la congestión impide un flujo suficiente de electricidad del norte al sur de Alemania. Las nuevas regulaciones tratan de acelerar y coordinar mejor la expansión de la red.

### La modernización de la red eléctrica es crucial para el futuro de los sistemas eléctricos alemanes y europeos

El rápido desarrollo de las energías renovables, especialmente la eólica en el norte de Alemania, cerca de la costa, así como el progresivo abandono de la energía nuclear, ha dejado a Alemania con un desajuste entre la ubicación de la generación de energía y la ubicación de su consumo. Para resolver este problema, es preciso ampliar las líneas de transporte norte-sur de Alemania. Esta expansión contribuirá a la integración del mercado europeo, por ejemplo, evitando los flujos de bucle, especialmente con los vecinos orientales de Alemania (véase el anexo).

El plan federal de desarrollo de la red (NEP por sus siglas en alemán) establece las medidas de expansión y refuerzos necesarias durante los próximos diez años para garantizar el funcionamiento estable y fiable de la red. El último plan prevé alrededor de 8.000 kilómetros de nuevas líneas de transmisión (que comprenden 43 proyectos individuales). Hasta 2016, sólo se habían construido 700 kilómetros.

La red de distribución de baja tensión también debe ampliarse y reforzarse, ya que una gran parte de las energías eólica terrestre y fotovoltaica están conectadas directamente a la red de distribución. En Alemania, la resistencia local a las medidas de expansión ha provocado numerosos retrasos en la instalación. Para mejorar la aceptación pública de los

proyectos de ampliación de la red, será esencial lograr un consenso a nivel local a través de un diálogo más amplio con una variedad de partes interesadas.

### Para garantizar un funcionamiento fiable de la red en el sur de Alemania, se activa una reserva de red cuando se produce una congestión en el eje norte-sur

Una reserva de la red fue aprobada por ley en 2012. Proporciona energía adicional cuando la congestión impide el flujo de suficiente electricidad de norte a sur. De esta manera, garantiza una operación fiable de la red en las regiones meridionales. La reserva de red consiste en centrales eléctricas en el sur de Alemania y en los países vecinos que de otro modo no estarían en funcionamiento o estarían cerradas.

Para el invierno 2016/17, la Agencia Federal de Redes asignó una potencia de 5,4 GW para la reserva. Para el invierno de 2018/19 se prevé que esta cifra descienda a alrededor de 1,9 GW debido a la construcción de nuevas líneas eléctricas, en particular el puente eléctrico de Turingia.

### Las nuevas regulaciones tratan de acelerar y coordinar mejor el desarrollo de la red

Las reformas de la regulación energética adoptadas en 2016 (EEG 2017 y la nueva Ley del Mercado Eléctrico) han introducido varios instrumentos para acelerar el desarrollo de la red y coordinar mejor su planificación

y la expansión de las energías renovables. La nueva normativa pretende hacer frente a los continuos retrasos en el desarrollo de la red. La nueva legislación ofrece tres respuestas a los retos a los que se enfrenta la red.

### **1. Ampliación de líneas eléctricas subterráneas**

El actual plan federal de desarrollo de la red estipula la instalación de líneas eléctricas subterráneas con el fin de aumentar la aceptación popular de las medidas de expansión. Las líneas de corriente directa (CD) de alta tensión ahora deben extenderse bajo tierra en lugar de instalarse sobre las clásicas torres de transmisión. Además, los proyectos de expansión de la red de corriente alterna (CA) podrán realizar instalaciones subterráneas en determinadas zonas. La principal ventaja de las líneas subterráneas es su menor visibilidad y, por tanto, mayor aceptación popular.

Pero el uso de líneas eléctricas subterráneas puede - en función de la ubicación específica, la longitud del cable, la consistencia del suelo y la tecnología de transporte (CA o CC) - generar costos adicionales considerables en comparación con las torres de transmisión.

### **2. Peak shaving: un instrumento para la planificación de la red**

La Ley del Mercado Eléctrico ha introducido un nuevo instrumento para la planificación de la red llamado «peak shaving» (eliminación de picos). Antes, la expansión de la red seguía la premisa de que la red debía absorber cada kWh producido. Esto significaba que los picos de potencia poco frecuentes de los aerogeneradores o de la energía fotovoltaica eran los que se encargan de dimensionar la expansión de la red. Este enfoque, denominado "hasta el último kilovatio/hora", no es económicamente eficiente. El nuevo modelo ahora implementado permite a los operadores de sistemas de transporte reducir hasta un 3 por ciento de la producción anual renovable en sus cálculos de demanda de la red. Esto reduce el costo de desarrollo de la red en un 20 por ciento

aproximadamente. Este concepto de expansión de la red tiene más sentido desde el punto de vista económico para todo el sistema eléctrico.

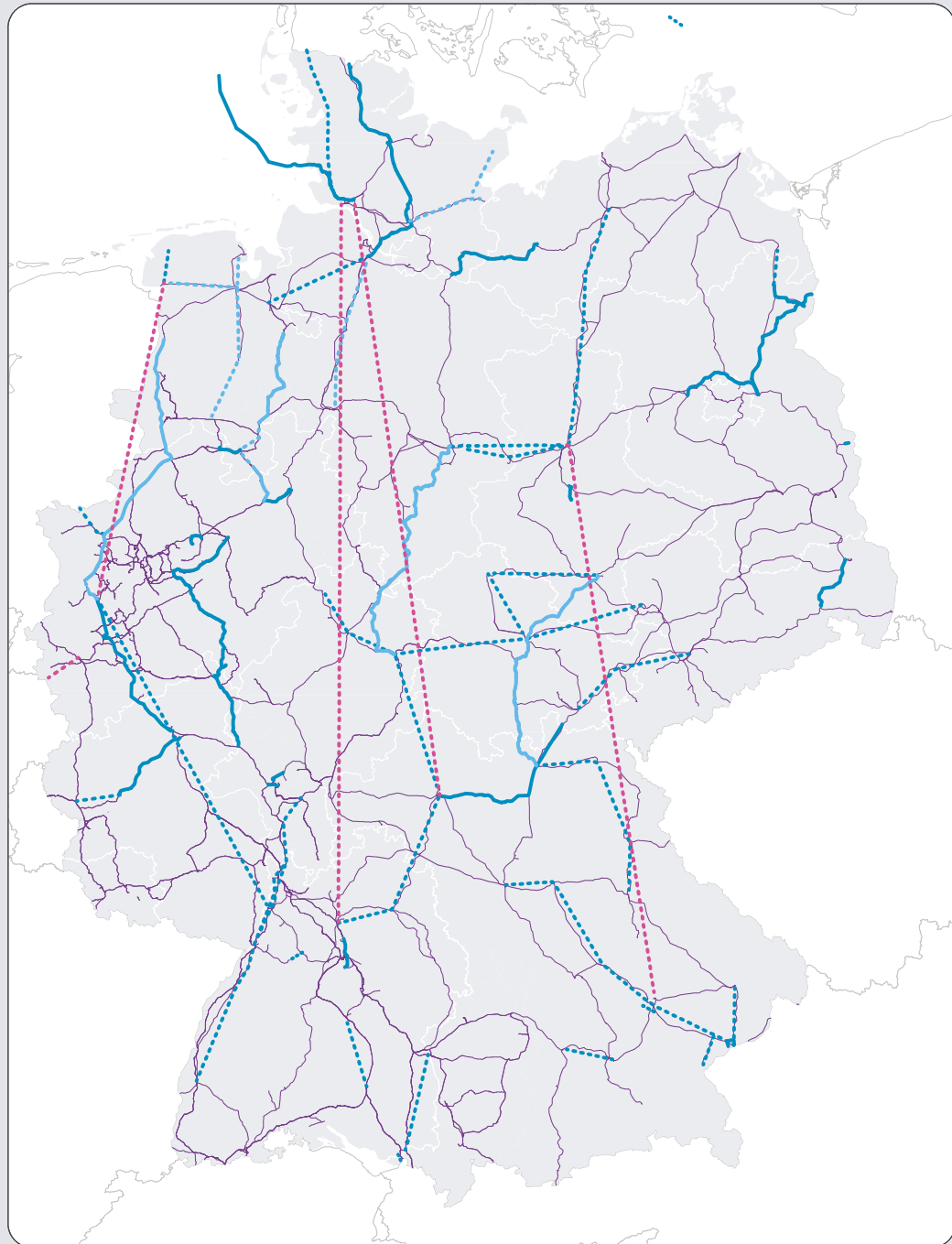
### **3. Límites para turbinas eólicas terrestres adicionales en áreas de expansión de la red**

Los sistemas de transmisión de algunas regiones de Alemania están sometidos actualmente a una presión considerable. En estas zonas, la congestión de la red, las medidas de desaceleración, como la redistribución y la gestión de la inyección en las instalaciones de energía renovable, son cada vez más comunes. Se ha introducido un nuevo instrumento de revisión en la nueva Ley de Energías Renovables (EEG 2017) para limitar la creación de turbinas eólicas terrestres adicionales en lugares donde las redes de transporte están casi sobrecargadas.



Proyectos de líneas eléctricas incluidos en el plan federal de desarrollo de la red y en la Ley de Expansión de la Red Eléctrica

Gráfico 18



- Línea eléctrica CD subterránea
- Línea de puntos = distancia
- Red existente
- Línea eléctrica CA subterránea
- Torres de transmisión

Agora Energiewende; basado en Bundesnetzagentur (2016)

## P10 ¿Por qué Alemania reformó su legislación sobre energías renovables e introdujo un sistema de subastas?

R

Las últimas reformas regulatorias alemanas en 2016 apuntan a allanar el camino hacia una mayor proporción de energías renovables, tanto a un ritmo más constante como a un menor costo. El nuevo sistema, basado en subastas, introduce una mayor competencia en el proceso de concesión de una prima garantizada a los productores de energía renovable.

Dado que el sector alemán de las energías renovables ya es lo bastante maduro y competitivo, este nuevo sistema debería reducir aún más los costos, permitiendo así una mejor integración de las energías renovables en el sistema eléctrico. Pero tendrá importantes repercusiones para gran parte de la industria energética.

## La Ley de Energías Renovables (EEG) ha asegurado el crecimiento continuo y sostenible de las energías renovables

Desde los años 90, la expansión de las energías renovables en Alemania se ha promovido con diversas herramientas regulatorias, especialmente con la Ley de Energías Renovables (EEG). Garantiza a los productores de electricidad renovable unas condiciones de inversión fiables. La Ley EEG ha sido modificada continuamente a lo largo de los años. Cada nuevo marco normativo ha tratado de estimular la innovación, acelerar el desarrollo tecnológico y la reducción de costos, y mejorar la integración de las energías renovables en la red y en el mercado. Gracias a este sistema de fomento, la proporción de las renovables en el consumo eléctrico ha aumentado continuamente, del 6,5 por ciento en 2000 al 38,2 por ciento en 2018, y las energías renovables se han convertido en un mercado maduro. Con cada nuevo marco de las normas EEG, se han aumentado los objetivos a medio y largo plazo (véase el gráfico 19).

En 2016, el gobierno alemán modificó la EEG 2017, así como otras regulaciones energéticas importantes. El cambio principal de la EEG es que el respaldo a los proyectos de renovables se determinará ahora en su mayor parte por mecanismos de mercado, por medio de un sistema de subasta, en lugar de ser fijado por el gobierno a través del sistema de primas. Según el gobierno alemán, este nuevo sistema de subasta

garantizará que la expansión de las renovables se realice a un ritmo constante y controlado y a bajo costo. La EEG 2017 entró en vigor en enero de 2017.

Si bien, el gobierno alemán considera la nueva legislación como un requisito fundamental e indispensable para la continuación satisfactoria de la transición energética, otros temen una ralentización o incluso un fracaso de los esfuerzos de transformación del país. Aunque las nuevas regulaciones cambiarán poco para los consumidores y la economía en su conjunto, sí tendrán implicaciones importantes para gran parte de la industria energética.

## Los elementos más importantes de la nueva Ley de Energías Renovables (EEG 2017)

**La EEG 2017 reafirma los objetivos del desarrollo de las energías renovables en Alemania.** Al igual que la Ley anterior (EEG 2014), ésta exige un aumento de la participación de las energías renovables en el consumo bruto de electricidad, del 36,2 por ciento en 2017 al 40-45 por ciento en 2025, al 55-60 por ciento en 2035 y al menos al 80 por ciento en 2050. La EEG 2017 también estipula la nueva potencia anual que debe añadirse para tecnologías específicas.

**A partir de 2017, un sistema de subastas competitivas es el principal instrumento para**

**financiar grandes proyectos de energía eólica, fotovoltaica y de biomasa.**

La financiación de las energías renovables se fija mediante licitación pública por un precio de mercado que se garantizará durante un período de 20 años a partir del inicio de la producción eléctrica. Los detalles de este mecanismo de subasta se elaboraron tras una fase piloto para la energía fotovoltaica en 2015 y 2016. El sistema de subasta abarca parques eólicos terrestres y marinos y instalaciones de energía solar con una capacidad instalada de más de 750 kilovatios, así como plantas de biomasa con una capacidad instalada de más de 150 kilovatios. El sistema de feed-in tariff se ha mantenido para las instalaciones pequeñas. De ahí que los operadores privados de pequeñas instalaciones fotovoltaicas en tejados prácticamente no se verán afectados por el nuevo sistema de subastas.

Sin embargo, el gobierno alemán supone que más del 80 por ciento de la futura potencia añadida será licitada.

**Se han introducido varios instrumentos para coordinar mejor la planificación de la expansión de la red y de las energías renovables** (véase pregunta 9).

Los nuevos reglamentos también afectarán la elección de la ubicación de las nuevas instalaciones. En el norte de Alemania, a pesar de la falta de ampliación de la red en el eje norte-sur, se ha construido desde hace muchos años un gran número de nuevos aerogeneradores. A partir de 2019, es probable que la expansión de las plantas eólicas en el norte de Alemania se ralentice considerablemente. En su lugar, se instalarán más aerogeneradores en el centro y sur de Alemania.

**EEG 2017 reconoce de forma explícita el papel de las instalaciones de energía renovable que son propiedad de los ciudadanos.** En los últimos años, el aumento de la energía renovable ha sido impulsado sobre todo por nuevos actores que generan electricidad de manera descentralizada (véase la pregunta 8). El futuro de la transición energética depende, por tanto, de la existencia de actores

más pequeños. Con lo que está en juego, ha habido mucho debate apasionado sobre cómo mantener una diversidad de actores en el sistema energético. El EEG 2017 lo tiene en cuenta al facilitar el acceso al sistema de subastas a los pequeños proyectos eólicos terrestres de propiedad ciudadana. En caso de ganar la licitación, también reciben el precio de mercado más alto que se ofreció en la subasta. Esta norma especial tiene por objeto compensar las desventajas estructurales de las cooperativas energéticas en relación con los inversores institucionales.

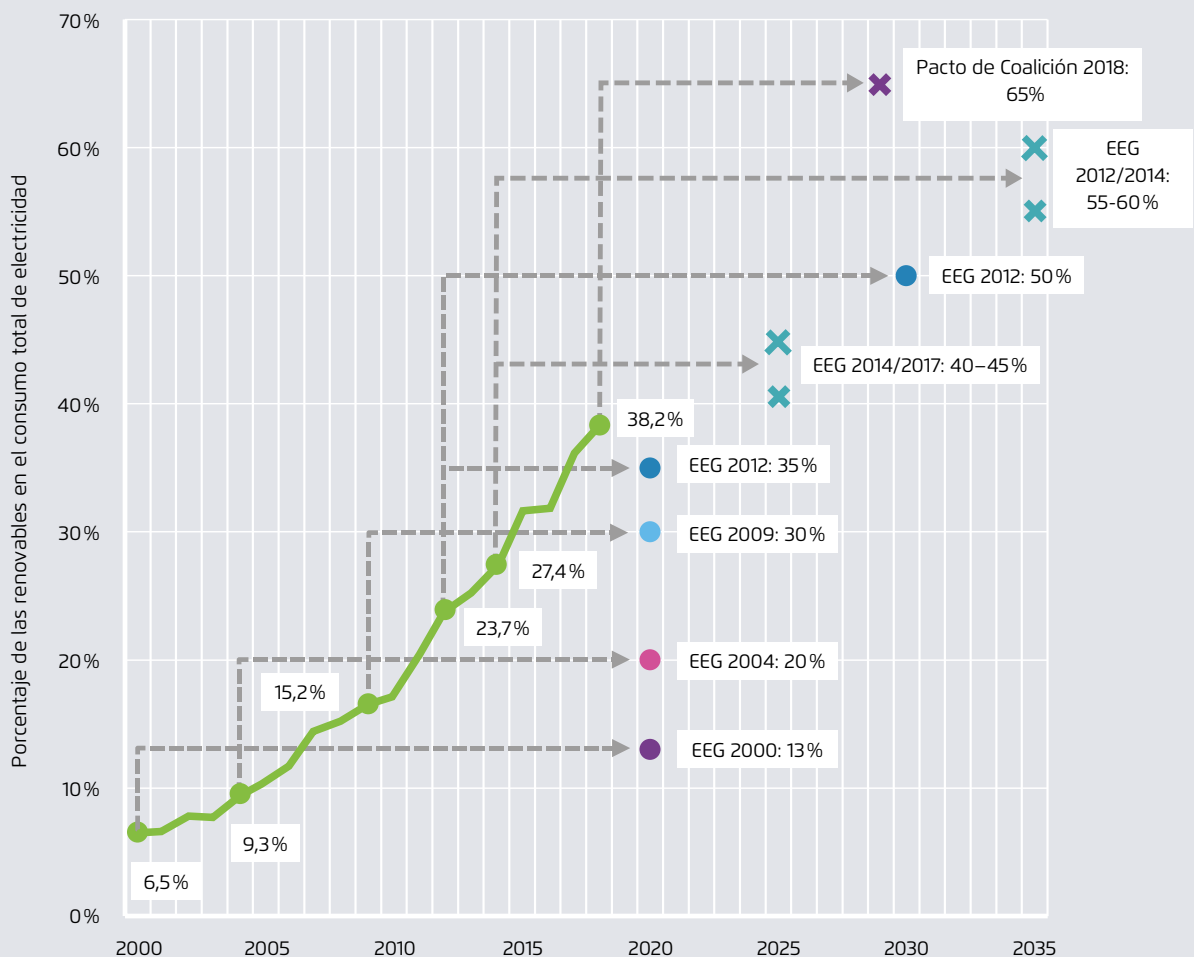
**El contrato de coalición del gobierno define una ampliación de la participación de las energías renovables a 65 por ciento para el año 2030**

El nuevo gobierno, que fue creado al inicio de 2018 como extensión de la coalición entre los partidos Unión Demócrata Cristiana, Unión Social Cristiana de la Bavaria y el Partido Socialdemócrata, define el objetivo de ampliar la participación de las energías renovables hasta el 65 por ciento del consumo eléctrico alemán para el año 2030. La implementación legislativa de este acuerdo está en discusión, pero hay amplio consenso de que éste es imprescindible para que Alemania pueda realizar la salida del carbón y alcanzar sus metas de reducción de gas de efecto invernadero.

Para apoyar la reglamentación legal de este objetivo, Agora Energiewende (2018) ha elaborado un estudio para evaluar la viabilidad del mismo. El estudio presenta 12 medidas técnicas y regulatorias capaces de viabilizar la expansión e integración de las energías renovables y, debido a los bajos costos que estas fuentes han alcanzado, concluye que el objetivo puede ser alcanzado sin un aumento de los costos de la energía para la sociedad.

Cuota de las energías renovables en el consumo bruto de electricidad y objetivos de la EEG 2000, EEG 2004, EEG 2008, EEG 2012, EEG 2014, EEG 2017 y Pacto de Coalición 2018

Gráfico 19



**StromEinspG 1991**

Introducción de una tarifa fija de inyección para las renovables

**EEG 2000**

Objetivo: Duplicar la capacidad de renovables para 2010; Tarifas de inyección fija con pagos decrecientes; Prioridad de inyección; Acceso a la red privilegiado

**EEG 2004**

Objetivo: 20% renovables para 2020; Ajustes a tarifa de inyección

**EEG 2009**

Objetivo: 30% renovables para 2020; Ajustes a tarifa de inyección; regulaciones para limitar volúmenes de inyección

**EEG 2012**

Objetivo: Mínimo 35% de renovables para 2020, min. 50% para

2030, min. 65% para 2040, min. 80% para 2050; Ajustes a tarifa de inyección; introducción de un modelo voluntario de primas de mercado

**EEG 2014**

Objetivo: 40-45% para 2025, 55-60% para 2035; min. 80% para 2050; introducción de modelo obligatorio de primas de mercado para plantas grandes; objetivos tecnológicos para solar y FV; subastas piloto para FV

**EEG 2017**

Objetivo: 40-45% para 2025, 55-60% para 2035; min. 80% para 2050; introducción de licitaciones para plantas grandes, exceptuando iniciativas energéticas ciudadanas.

**Pacto de Coalición 2018**

Objetivo: 65% de energías renovables en 2030

---

# Anexo

---

## La optimización orientada al mercado de la producción de centrales eléctricas es el motor clave de los flujos de energía entre Alemania y sus vecinos. Los flujos físicos y comerciales pueden diferir conforme las limitaciones de las redes dentro de los países

La importación y exportación de electricidad entre los países europeos está determinada por un despacho horario de la producción de centrales eléctricas guiado por las necesidades del mercado. Si durante una hora es más barato importar electricidad de un país vecino que producirla en el país, entonces el mercado fomentará los flujos comerciales desde el país más barato al más caro. Esto no significa que el país importador de energía tenga un déficit en la capacidad de generación.

Medir los flujos entre varios países interconectados es, sin embargo, un reto, ya que esos flujos comerciales (como resultado del comercio entre consumidores y productores) pueden diferir de los flujos físicos (la trayectoria seguida por la energía según las leyes de la física). Estas diferencias reflejan las limitaciones internas de la red dentro

de los países y pueden provocar flujos físicos no planificados (los denominados flujos de tránsito o flujos en bucle).

Debido a las limitaciones del sistema de transmisión alemán, la energía excedente producida en el norte, principalmente a partir de aerogeneradores, puede ocasionar flujos de energía no planificados a través de las redes de los países vecinos de Alemania, y en particular a través de Polonia y la República Checa, para llegar al sur de Alemania. En los últimos años, estos flujos imprevistos han provocado una disminución del intercambio de energía entre Alemania y Polonia. Este problema de flujo de bucle se ha resuelto provisionalmente mediante un cambiador de fase virtual (mecanismo binacional de reexpedición), al que ha seguido la introducción de cambiadores de fase físicos en la frontera germano-polaca y germano-checa.

Si nos fijamos únicamente en los flujos físicos entre Alemania y Francia, podemos concluir que Alemania importa de Francia, ya que la electricidad fluye de Francia a Alemania. Pero esta evaluación es errónea, ya que estos flujos representan en su mayoría el tránsito a través de Alemania desde Francia hacia Suiza (y a veces hacia Italia).

---

# Referencias

---

**50 Hertz (2018):** Forecast Wind Power Feed-in. Available Online at <https://www.50hertz.com/en/Grid-Data/Wind-power/forecast-wind-power-feed-in>

**AG Energiebilanzen (2019):** Daten und Fakten 1990 – 2018.

## **Agentur für Erneuerbare energien (2016)**

**Agora Energiewende (2015):** Understanding the Energiewende. FAQ on the ongoing transition of the German power system. Berlin, Agora Energiewende.

**Agora Energiewende (2016):** Eleven Principles for a Consensus on Coal: Concept for a stepwise Decarbonisation of the German power sector (Versión corta)

**Agora Energiewende (2016):** Elf Eckpunkte für einen Kohlekonsens. Konzept zur schrittweisen Dekarbonisierung des deutschen Stromsektors (Langfassung).

**Agora Energiewende (2016):** Energiewende: What do the new laws mean?

**Agora Energiewende (2017):** The energy transition in the power sector: State of affairs 2016.

**Agora Energiewende (2017):** The Energiewende in a nutshell.

**Agora Energiewende (2018):** Stromnetze für 65 Prozent Erneuerbare bis 2030. Zwölf Maßnahmen für den synchronen Ausbau von Netzen und Erneuerbaren Energien.

**Agora Energiewende (2019):** Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2018. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2019.

**BMWi (2019):** Abschlussbericht der Kommission "Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung".

**BNetzA and BKA - German Competition Authority and Federal Network Agency (2016):** Monitoringbericht 2016.

**Bundesnetzagentur (2018):** Informationen zum Haushaltskundenpreis für Strom und Gas.

**Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018):** Energiewendemonitor 2018.

**CEER (2018):** Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity and Gas Supply 2018.

**Ecofys/ISI (2014):** Electricity Costs of Energy Intensive Industries: An International Comparison.

## **Enerdata (2015)**

**ENTSO-E (2018):** Scheduled Commercial Exchanges.

**Netztransparenz (2018):** Information platform of the four German Transmission System Operators. Available online <https://www.netztransparenz.de/>.

**IRENA (2018):** Renewable Energy and Jobs –Annual Review 2018. Available under [https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA\\_RE\\_Jobs\\_Annual\\_Review\\_2018.pdf](https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2018.pdf)

**Öko-Institute (2018):** EEG-Rechner. Berechnungs- und Szenarienmodell zur Ermittlung der EEG-Umlage. Erstellt im Auftrag von Agora Energiewende.

**Umweltbundesamt (2018a):** Entwicklung der energiebedingten Treibhausgas-Emissionen nach Quellgruppen.

**Umweltbundesamt (2018b):** Entwicklung der Kohlendioxid – Emissionen der fossilen Stromerzeugung nach eingesetzten Energieträgern.

**World Energy Council (2015):** World Energy Trilemma 2014: Time to get real – the myths and realities of financing energy systems. London, World Energy Council.

---

# Publicaciones de Agora Energiewende

---

## EN INGLÉS

### [A Word on Low Cost Renewables](#)

The Renewables Breakthrough: How to Secure Low Cost Renewables

### [Algunas palabras sobre las renovables de bajo costo](#)

El gran avance de las renovables: ¿Cómo asegurar renovables de bajo costo?

### [A Word on Flexibility](#)

The German Energiewende in practice: how the electricity market manages flexibility challenges when the shares of wind and PV are high

### [Algunas palabras sobre la flexibilidad](#)

La Energiewende alemana en práctica: ¿Cómo los mercados eléctricos afrontan los retos de flexibilidad cuando la participación de energía eólica y solar es elevada?

### [Energiewende 2030: The Big Picture](#)

Megatrends, Targets, Strategies and a 10-Point Agenda for the Second Phase of Germany's Energy Transition

### [Energiewende 2030: Panorama general](#)

Megatendencias, metas, estrategias y una agenda de 10 puntos para la segunda fase de la transición energética alemana

### [Eleven Principles for a Consensus on Coal](#)

Concept for a stepwise decarbonisation of the German power sector

### [Once principios para un consenso sobre el carbón](#)

Ideas para una descarbonización paso a paso del sector eléctrico alemán

### [Renewables versus fossil fuels](#)

Comparing the costs of electricity systems

### [Energías renovables contra combustibles fósiles](#)

Comparando los costos de los sistemas eléctricos

### [The European Power Sector in 2018](#)

Up-to-date analysis on the electricity transition

### [El sector eléctrico europeo en 2018](#)

Un análisis al día de la transición energética

---

# Publicaciones de Agora Energiewende

---

## EN ALEMÁN

### Toolbox für die Stromnetze

Für die künftige Integration von Erneuerbaren Energien und für das Engpassmanagement

### Kit de herramientas para la red eléctrica

Herramientas para la integración de energías renovables y manejo de congestión

### Energiewende und Dezentralität

Zu den Grundlagen einer politisierten Debatte

### Transición energética y la descentralización

Los básicos de un debate politizado

### Smart-Market-Design in deutschen Verteilnetzen

Entwicklung und Bewertung von Smart Markets und Ableitung einer Regulatory Roadmap

### Diseño inteligente de mercado para las redes de distribución alemanas

Desarrollo y evaluación de mercados inteligentes y propuesta de ruta regulatoria

### Eine Neuordnung der Abgaben und Umlagen auf Strom, Wärme, Verkehr

Optionen für eine aufkommensneutrale CO<sub>2</sub>-Bepreisung von Energieerzeugung und Energieverbrauch

### Una reorganización de las tasas y gravámenes para la electricidad, la calefacción y el transporte

Opciones para un precio de CO<sub>2</sub> neutral de los ingresos de la producción de energía y el consumo de energía

### Stromnetze für 65 Prozent Erneuerbare bis 2030

Zwölf Maßnahmen für den synchronen Ausbau von Netzen und Erneuerbaren Energien

### Redes eléctricas para un 65 por ciento de energías renovables en 2030

Doce medidas para la expansión sincrónica de redes y energías renovables

### Wie weiter mit dem Ausbau der Windenergie?

Zwei Strategievorschläge zur Sicherung der Standortakzeptanz von Onshore Windenergie

### ¿Cómo continuar con la expansión de la energía eólica?

Dos propuestas de estrategia para asegurar la aceptación in situ de la energía eólica terrestre

Todas nuestras publicaciones están disponibles en nuestro sitio web: [www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)

---





Agora Energiewende es un *think tank* comprometido a apoyar la transición energética en Alemania, Europa y el resto del mundo. Buscamos compartir nuestro conocimiento con diferentes actores interesados y facilitar un intercambio productivo de ideas. Por ser una fundación independiente y sin fines de lucro, nuestra investigación no depende de intereses corporativos o políticos, sino de nuestro compromiso por hacer frente al cambio climático.

---

Iniciativa Climática de México busca catalizar la política climática internacional a nivel nacional y de ciudades para reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero y para promover el crecimiento de bajo carbono en México. Influye de manera decisiva la toma de decisiones en materia de cambio climático en el sector público, sector privado y a nivel social, con el fin de que México adopte e implemente acciones ambiciosas de mitigación. Dirige los esfuerzos para transformar a México en un líder y en un ejemplo a nivel global en materia de cambio climático.

---



**Agora Energiewende**

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin

P +49 (0)30 700 14 35-000

F +49 (0)30 700 14 35-129

[www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)

[info@agora-energiewende.de](mailto:info@agora-energiewende.de)

