FUNDACIÓN CIVISMO

Los costes de la politización energética

CASME.

Centro de Análisis de la Sostenibilidad del Modelo Económico

civismo.org

CASME.

El Centro de Análisis de la Sostenibilidad del Modelo Económico (CASME) es una iniciativa de la Fundación Civismo que surge ante la creciente preocupación sobre la situación económica actual, tanto en el ámbito empresarial como en la sociedad civil. El propósito es realizar un análisis exhaustivo de las instituciones económicas fundamentales, sus normativas y las reformas que pueden influir en la sostenibilidad de nuestro modelo económico.

El CASME se enfoca en varios ejes de estudio: la evolución internacional de las instituciones y políticas económicas, especialmente en la Unión Europea; un diagnóstico de la economía española a partir de sus políticas e instituciones claves; un seguimiento de las reformas que podrían tener efectos significativos en la sostenibilidad económica a medio y largo plazo; y un análisis detallado de sectores estratégicos, incluyendo áreas como la educación o la justicia, cuya regulación e impacto inciden directamente en el crecimiento económico del país.

Este Centro de Análisis cuenta con una red de economistas de prestigio bajo la dirección de Francisco Cabrillo, catedrático emérito de Economía Aplicada y Hacienda Pública de la Universidad Complutense de Madrid y expresidente del Consejo Económico y Social de la Comunidad de Madrid.

CASME.

Índice

Abstract 5

1. Modelo energético en España 7

2. Precio final de la energía y su impacto en el consumidor 11

3. Fiabilidad del sistema 17

4. Medio ambiente 21

5. Soberanía energética 27

6. Conclusiones 31

7. Bibliografía 33

Abstract

El **modelo energético español** se encuentra en una **profunda transformación**, enfocada principalmente en el sistema eléctrico. Lamentablemente las **decisiones políticas** condicionan este desarrollo **más** que los **criterios técnicos**.

El **diseño** del modelo energético **óptimo** debería tener en cuenta el **precio final de la energía** que va a ofrecer al consumidor, qué inversión ha sido necesaria para ello, qué **fuentes** de energía son **propias** de nuestro país, qué tecnologías dan **fiabilidad** al sistema y cuáles tienen un menor impacto en el **medio ambiente**.

Cada tecnología de generación ofrece prestaciones distintas, lo que fortalece el modelo en algunos aspectos, pero lo debilita en otros.

La **mayor transformación se está dando en el sistema eléctrico**, pero los resultados están siendo muy cuestionables. Además, está teniendo un enorme **coste para los ciudadanos**, tanto en el precio de final de la electricidad como inversión directa, **y para el país** en términos de pérdida de competitividad.

El **precio final de la electricidad** es determinado en una **subasta** entre **tecnologías de generación y consumo, más las restricciones técnicas y los impuestos**. Por ello, no solo es importante el coste de generación, sino también el impacto que tiene cada tecnología en el sistema. En este sentido, **las energías renovables encarecen el sistema al necesitar una tecnología de soporte** de generación, **regulación** y que dé **fiabilidad** al sistema. La energía nuclear, además de tener costes similares a las renovables, no tiene estos problemas de fiabilidad ni regulación.

La **fiabilidad** del sistema eléctrico está siendo **muy cuestionada desde el apagón** del 28 de abril de 2025. En los últimos años está habiendo un deterioro de los parámetros de la red eléctrica debido a la **alta penetración de energías renovables** que no participan en el control del sistema. Para evitar que vuelva a suceder un apagón, se está limitando su uso y se activan interconexiones con redes eléctricas más estables.

La **lucha contra el cambio climático** es el principal argumento para la transformación de los modelos energéticos. Pese a los esfuerzos que se están realizando en algunos países, continúa el aumento de CO_2 a nivel mundial. Las energías renovables no producen CO_2, pero necesitan tecnologías de soporte que pueden ser contaminantes. Por el contrario, los **países con alta penetración de energía nuclear** se encuentran entre los que **mejor combaten el calentamiento global**.

Otro de los efectos de la generación de electricidad es la contaminación. En la sociedad empieza a haber un cuestionamiento del uso de las **energías renovables debido a las grandes cantidades de espacio y materiales** que necesitan.

La dependencia energética del exterior ha sido históricamente un foco de tensiones internacionales. En España seguimos siendo muy dependientes de los combustibles fósiles y la dependencia no disminuye. **Las fuentes de energía primaria de España son la energía nuclear, las energías renovables y el carbón autóctono**. Hay que analizar el utilizar **las energías renovables** como base de nuestro sistema eléctrico nos está haciendo **más dependiente** del exterior.

1

Modelo energético en España

Cuando hablamos del **modelo energético** abarcamos todo el espectro de **generación, consumo y distribución de energía** de nuestro país. Este modelo va **cambiando según criterios técnicos**, pero, sobre todo, por **intereses y decisiones políticas**. Dentro del modelo energético, la parte que está experimentando una **mayor evolución es el sistema eléctrico**, debido a la modificación de las fuentes primarias de generación. **Sustituyendo** unas **tecnologías tradicionales**, carbón o nuclear, **por** unas tecnologías **low-cost**, eólica y fotovoltaica, pero con muy bajas prestaciones para el sistema.

Para entender las necesidades energéticas que tenemos como país, podemos recurrir al diagrama de flujo de energía Sankey (Gráfico 1). Este diagrama permite seguir con facilidad tanto la energía primaria utilizada como su destino final.

Un aspecto clave en el flujo de la energía es su origen, es decir, la fuente primaria. **En España, las únicas fuentes de energía propias son la nuclear y las renovables**, dado que el país cuenta con escasas reservas de combustibles fósiles. Por ello, **España hizo en el pasado un esfuerzo importantísimo en construir centrales nucleares**, al igual que Francia, y actualmente se está realizando ese mismo esfuerzo en desarrollar las energías renovables.

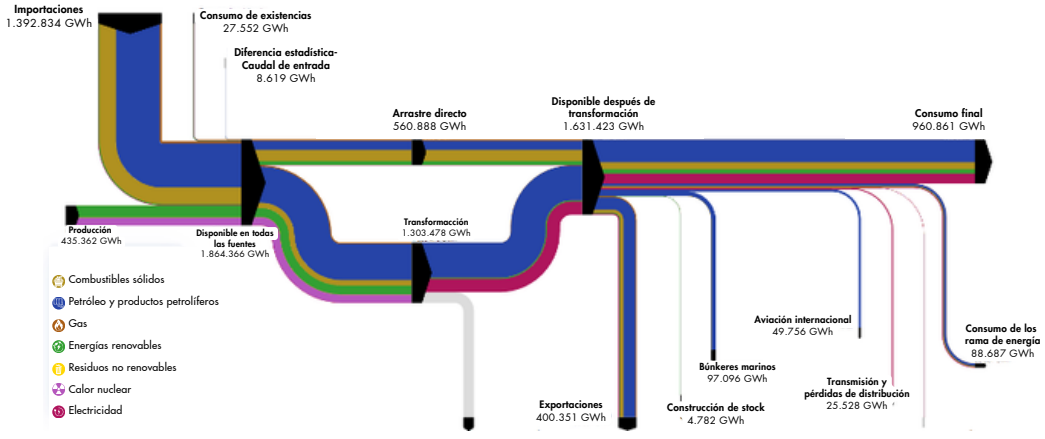


Gráfico 1. Eurostat, diagrama de flujo de energía Sankey
Fuente: Datos de Eurostat.

Solo un tercio del consumo energético se realiza a través del sistema eléctrico, de los 1000 TWh de energía que necesitamos cada año, solo 300 TWh se consumen en forma de electricidad. **El resto se consume directamente mediante combustibles fósiles**, especialmente en **transporte, industria** o calefacción doméstica, sectores en los que la **transformación** del modelo energético **avanza mucho más lentamente**.

Reforma del sistema eléctrico

En las últimas dos décadas, el sistema eléctrico ha experimentado una transformación profunda por la **integración de energías renovables, especialmente la fotovoltaica y la eólica**. El aspecto fundamental que produce este cambio consiste en entender que **cada tecnología tiene prestaciones diferentes**, que fortalecen el modelo en algunos aspectos, pero lo debilitan en otros.

El gobierno está impulsando una profunda transformación del modelo energético, centrada especialmente en la reforma del sistema eléctrico, a través del **Plan Nacional de Energía y Clima** (PNIEC). Este plan establece las acciones necesarias para alcanzar los objetivos medioambientales, principalmente climáticos, fijados por España, alineados con las metas de la Unión Europea y los compromisos asumidos en las cumbres internacionales sobre cambio climático (COP).

El plan energético del gobierno enfrenta **serios problemas técnicos y de ejecución**, pero el mayor problema radica en la definición **errónea de sus objetivos**. El gobierno, como representante de los ciudadanos y consumidores de energía, no ha priorizado en estos planes el **precio final de la electricidad**, pese a que es el factor más determinante de un modelo energético. Un ejemplo claro es el citado PNIEC, un extenso documento de 735 páginas que, sorprendentemente, no incluye un análisis sobre el costo final de la electricidad para los usuarios, aunque sí atiende aspectos como la "perspectiva de género" de la energía.

La **pérdida de competitividad** por el **alza de los precios** de la electricidad ha sido constante en las últimas décadas, pero fue en 2022 cuando saltaron todas las alarmas, pues el gobierno tuvo que intervenir en el mercado eléctrico. El gobierno español estableció un tope al precio del gas y eliminó impuestos a las compañías eléctricas para frenar el incremento descontrolado del precio de la electricidad, la llamada **excepción ibérica**.

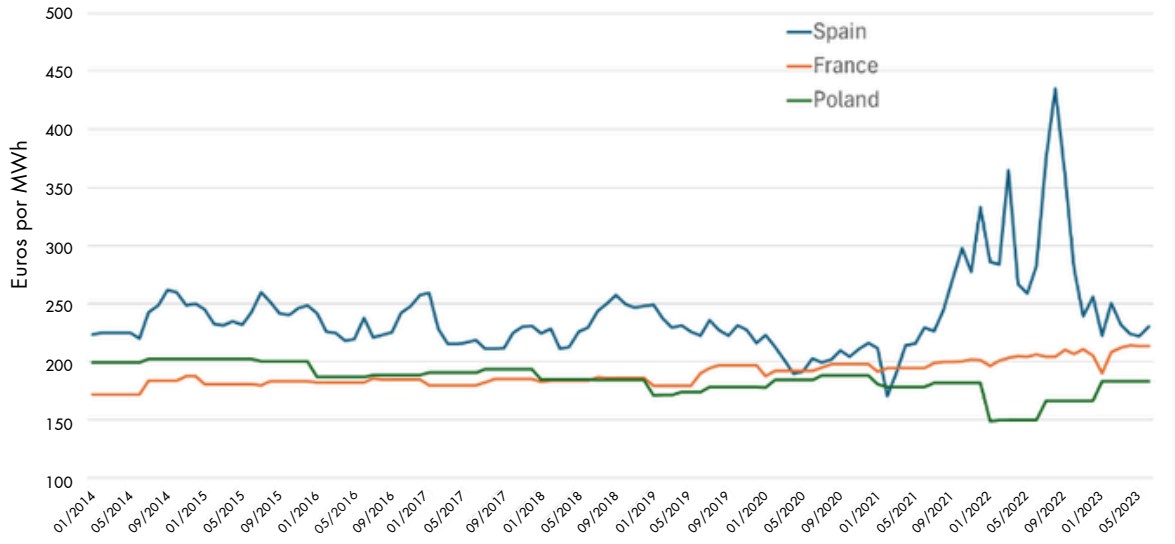


Gráfico 2. Eurostat, histórico del precio de la electricidad para los hogares
Fuente: PNIEC - Plan Nacional de Energía y Clima.

Además del precio final que tendrán los consumidores, es importante tener en cuenta el **coste para los ciudadanos de esta transformación** del sistema. Países como Francia y Polonia mantienen precios de electricidad más bajos que España, pese a no haber realizado **inversiones millonarias en tecnologías renovables** (Gráfico 2). Estas naciones siguen confiando en sus fuentes tradicionales, como la energía nuclear y el carbón, para garantizar tarifas accesibles a sus ciudadanos.

A partir de esta base esencial, precio final de la energía, se sigue construyendo el modelo energético del país **priorizando la seguridad de suministro** y la **fiabilidad** del sistema. Además, también es un objetivo minimizar la **dependencia de recursos externos** (soberanía energética) y reducir al máximo la emisión de CO_2 para luchar contra el **cambio climático y limitar la contaminación ambiental**.

Pero **ninguno** de estos otros objetivos del sistema **está mejorando**. España acaba de sufrir un **apagón** que evidencia la pérdida de fiabilidad. Hay un **deterioro de los parámetros del sistema** eléctrico, como son la frecuencia, la inercia o la tensión, que ya se resaltaban antes del "cero energético" en muchos análisis.

Medioambientalmente, somos **tres veces más contaminantes que países con energía nuclear**, como Francia, y es conocido que los modelos energéticos basados en energías renovables no gestionan su generación, y por tanto ligan su crecimiento a la generación con combustibles fósiles.

Nuestro actual modelo **tampoco avanza en nuestra soberanía energética**, pues somos más dependientes de energía primaria del exterior que hace tres décadas. Tras el desmantelamiento de nuestra minería del carbón, el **70% de nuestra energía ya proviene del exterior**, hecho que irá a peor si se mantienen los planes de cierre de las centrales nucleares, otro de los pilares de fuentes de energía primaria.

Por si fuera poco, estamos **pagando por la degradación del sistema eléctrico**. Solo en primas (precio extra que pagamos sobre el precio de mercado) a la generación de electricidad con **energías renovables hemos gastado más de 120.000 millones de euros en los últimos años**. En 2024, el gasto fue de 3.700 millones de euros.

EJERCICIO 2024	LIQUIDACIÓN ACUMULADA (millones €)
COGENERACIÓN	712,986
SOLAR FV	1.698,108
SOLAR TE	831,614
EÓLICA	0,380
HIDRÁULICA	0,702
BIOMASA	203,075
RESIDUOS	3,764
TRAT. RESIDUOS	315,728
OTRAS TECN. RENOVABLES	0,129
TOTAL	**3.766,487**

Tabla 1. CNMC, Liquidación de primas a las energías renovables
Fuente: CNMC.

Estos días, también debido al mal diseño del sistema eléctrico, el gobierno está lanzando planes de rescate a las empresas generadoras de energía renovable, pues al generar electricidad cuando no es necesaria, su precio es cercano a 0 y no son capaces de recuperar sus inversiones. Este efecto es conocido como **canibalización de precios entre energías renovables**.

Debido a que la mayor transformación la hemos tenido en el sistema eléctrico, a continuación, se analizará el impacto que tienen las diferentes tecnologías en el precio final, la soberanía energética, la fiabilidad o el impacto en el medioambiente.

2

Precio final de la energía y su impacto en el consumidor

El **precio final** de la energía que paga el consumidor **es el factor más determinante en cualquier modelo energético**. Este no solo afecta al sistema eléctrico, sino que incide directamente en indicadores económicos esenciales, como la competitividad a través del coste de producción industrial y comercial, así como la inflación por el encarecimiento de los bienes y servicios que consumimos.

El precio final de la electricidad que paga el consumidor **varía según el mix de tecnologías de generación que abastece la red en cada instante**. Esto **lo determina el mercado en una subasta** en la que se casa el consumo con la generación. A este costo se suman gastos adicionales para garantizar la seguridad del sistema eléctrico, además de los impuestos que marca el gobierno.

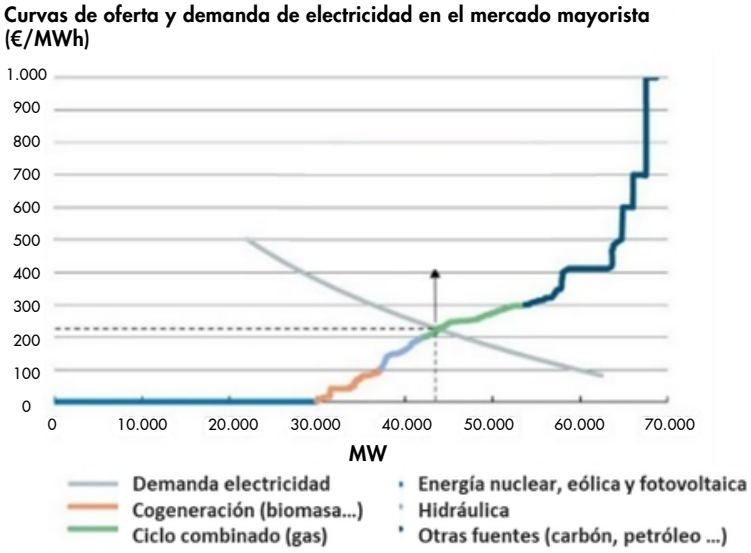


Gráfico 3. Ejemplo de subasta de energía.
Fuente: CaixaBank Research.

Aunque se podría pensar que **las tecnologías con menor coste de construcción y operación, como la energía nuclear (32 $/MWh)** o las renovables (50 $/MWh), serían las que garantizarían un precio más bajo para el consumidor, la realidad es bastante más complicada por las diferentes prestaciones de cada una de estas tecnologías.

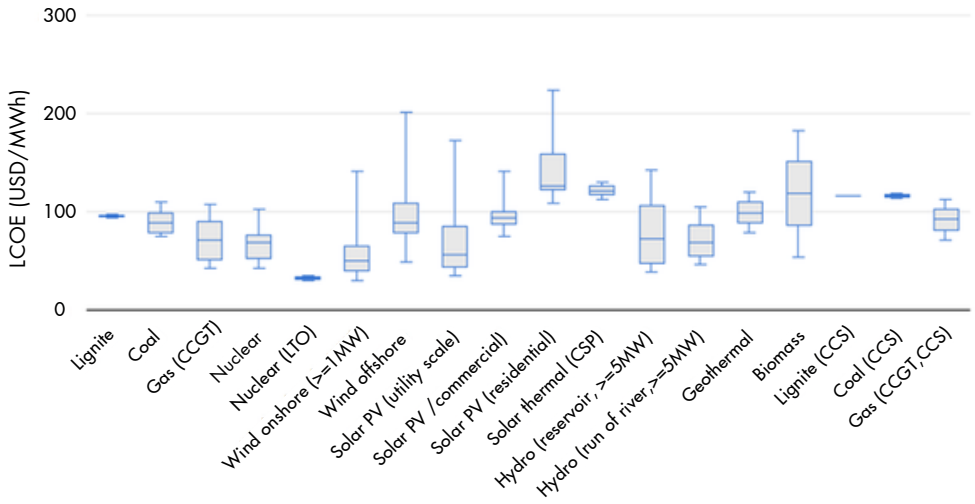


Gráfico 4. AIE, Coste nivelado de generación de electricidad LCOE
Fuente: AIE, Agencia Internacional de la Energía.

Otro aspecto de gran importancia en el actual sistema es la **volatilidad del precio de la electricidad**, que presenta grandes variaciones que **no responden a patrones estacionales o factores externos**. Los precios pueden **variar drásticamente en el transcurso de un mismo día**, debido al exceso o déficit de generación producido por las energías renovables. Esta **inestabilidad** afecta significativamente a las empresas, que no pueden anticipar el impacto del coste eléctrico en sus finanzas, limitando su capacidad para planificar y, en consecuencia, **frenando la inversión**.

Energías renovables: impacto en el precio de la electricidad

Las **energías renovables pueden ser inversiones muy rentables**, tanto por **subvenciones** a la construcción como por las primas que pagamos los ciudadanos.

Pero estas **tecnologías Low-cost, fotovoltaica y eólica, elevan los precios del sistema eléctrico por sus bajas prestaciones**. Esta paradoja ejemplifica un fenómeno habitual de la teoría de juegos, lo óptimo para un actor no siempre beneficia al conjunto.

Las energías renovables elevan el precio del sistema porque **necesitan otra tecnología** que:

- **Dé soporte para cuando no están disponibles**.
- **Regule** y case la demanda y la oferta de electricidad.
- **Aporte estabilidad y fiabilidad** a la red.

Estas tecnologías necesitan una tecnología de soporte para cuando ellas no están disponibles, lo que obliga a los ciudadanos a pagar por **mantener el doble de instalaciones de las que realmente necesitamos**. España ha duplicado sus instalaciones **de 65 GW en 2003 a 125 GW en 2023** para producir la misma cantidad de electricidad (220 GWh en 2023 frente a 200 GWh en 2003). Esto encarece el sistema, ya que estas centrales de soporte operan solo unas pocas horas al día, pero sus costos de operación y mantenimiento son casi fijos y finalmente se repercuten al sistema.

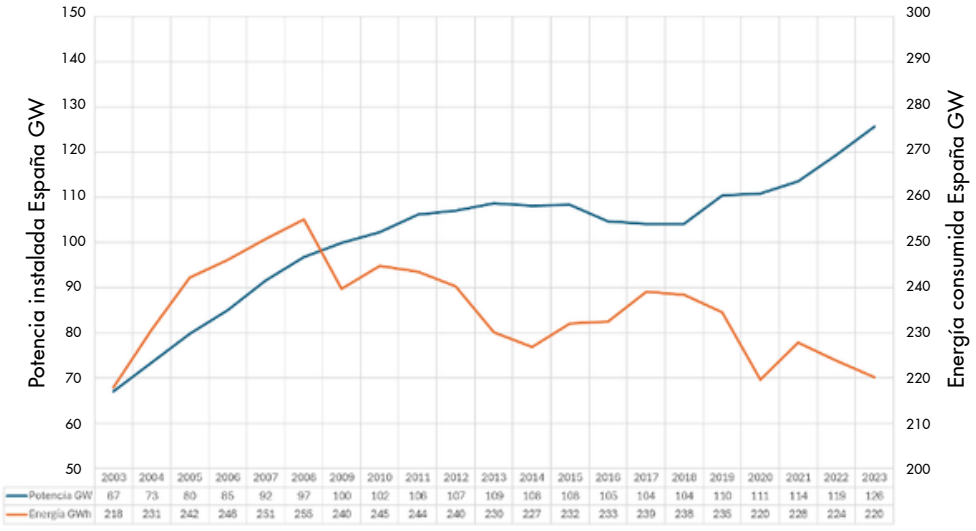


Gráfico 5. Histórico de potencia y energía en España
Fuente: Foro Nuclear 2024. Tablas energía y potencia eléctrica.

Además, las energías renovables, al no poder ajustar su generación según la demanda, **dependen de tecnologías auxiliares para equilibrar el sistema eléctrico**, lo que encarece todo el sistema. En el mercado mayorista, **el precio que reciben todas las tecnologías** de generación se **determina por la última** tecnología **incorporada** a la subasta, generalmente **un ciclo combinado**, que es la tecnología más costosa pero **imprescindible para estas energías renovables**. La guerra de Ucrania disparó el precio del gas, lo que llevó a España a registrar la electricidad más cara de Europa. Para que los consumidores no soportaran el grave problema de nuestro modelo energético, el gobierno español limitó el precio del gas y redujo los impuestos en la electricidad (2021-2024).

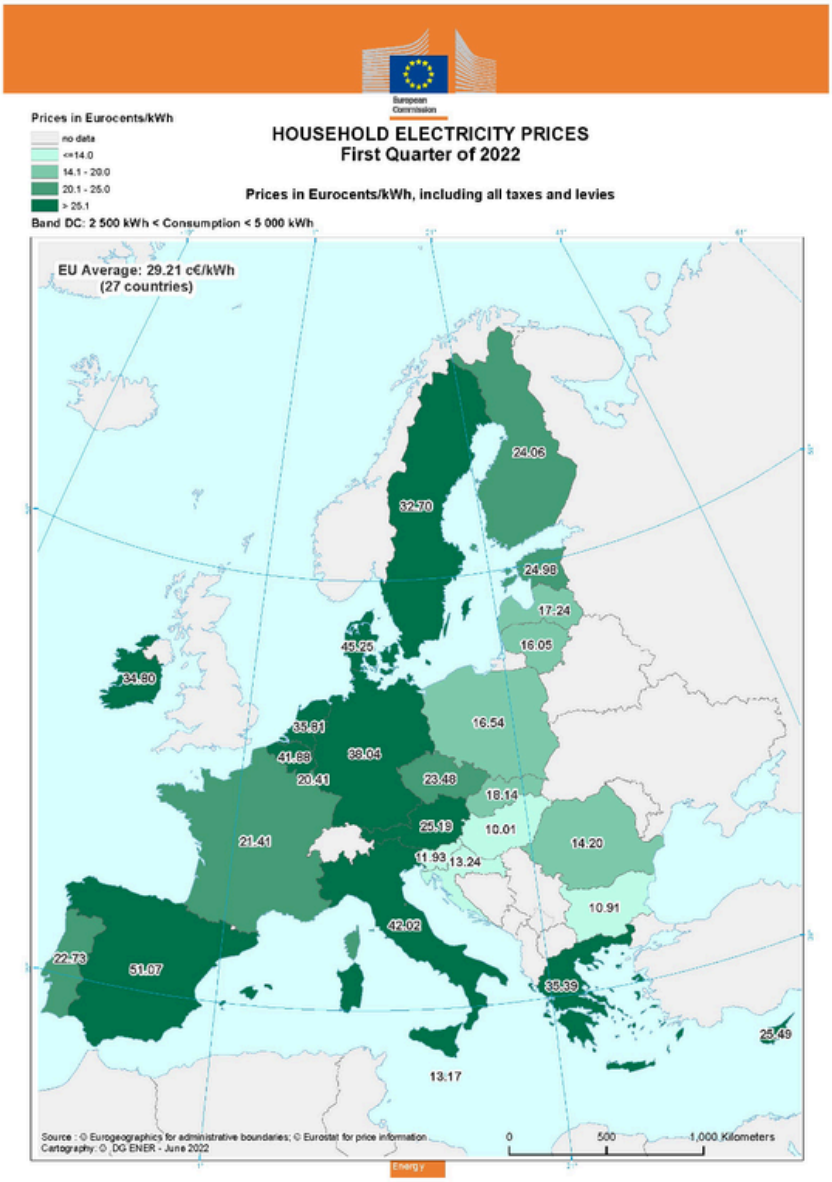


Imagen 1. Eurostat, precio minorista electricidad 2022 Europa
Fuente: Datos de Eurostat.

Otro coste adicional que pagamos por el uso de **energías renovables** se debe a que estas **tecnologías no garantizan por sí solas la fiabilidad de la red eléctrica**. Por ello, es habitual que se requiera la intervención de otras fuentes energéticas que suplan funciones técnicas esenciales, como la inercia del sistema, la regulación de tensión y el control de la energía reactiva. Este fenómeno se conoce como restricciones técnicas derivadas del uso de renovables. En ocasiones, el precio del mercado diario o de la subasta (SPOT) puede descender hasta 0 €/MWh. Sin embargo, debido a restricciones técnicas, el coste para el consumidor final (PVPC) no baja de 100 €/MWh. Esta brecha se ha intensificado tras el reciente apagón, que llevó a reforzar el respaldo de las tecnologías convencionales para garantizar la estabilidad del sistema eléctrico.

MERCADOS Y PRECIOS:

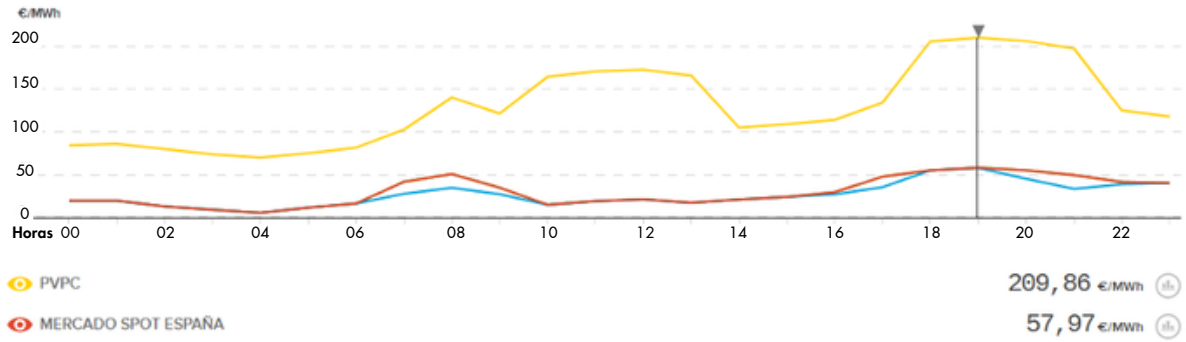


Gráfico 6. Precio de la electricidad (PVPC) frente a la subasta de energía (SPOT)
Fuente: ESIOS, Red Eléctrica.

Energía nuclear: impacto en el precio de la electricidad

La energía nuclear es la tecnología con costes de explotación y mantenimiento más bajos, especialmente en centrales españolas de operación a largo plazo (LTO), y de los más bajos para nuevos diseños de centrales.

Además, es la tecnología con mayor tiempo de disponibilidad (opera más del 90 % del tiempo) y solo necesita parar cada dos años para recarga y mantenimiento. Esto proporciona estabilidad de generación y, por tanto, reduce la volatilidad de precios en el sistema. En Francia, la energía nuclear se vende durante todo el año a un precio fijo menor de 50 €/MWh, fuera del mercado de subasta, lo que reduce la volatilidad de precios del sistema eléctrico.

En países con alta penetración de energía nuclear, la combinación de bajos precios y estabilidad impulsa inversiones en sectores que serán grandes consumidores de energía, como la inteligencia artificial y sus centros de datos.

En España, esta tecnología tiene impuestos únicos con el objetivo político de desincentivar su uso y hacerla menos competitiva frente a otras tecnologías. Estas tasas, en última instancia, encarecen el precio de la electricidad para el consumidor.

Otras tecnologías: impacto en el precio de la electricidad

Las tecnologías basadas en combustibles fósiles (carbón, fuel o gas) generan electricidad a precios muy elevados. Esto no se debe a que los recursos sean especialmente costosos, sino a las **altas tasas e impuestos aplicados para desincentivar su uso**. Por ello, en países fuera de la UE, **estas tecnologías son las más utilizadas y proporcionan electricidad barata y competitiva**. Actualmente, el uso de estas tecnologías tiene un **coste extra de impuestos** de 82€ la tonelada de CO_2, lo que supone esta tecnología no va a poder ofertar nunca al mercado por debajo de 100€ el MWh.

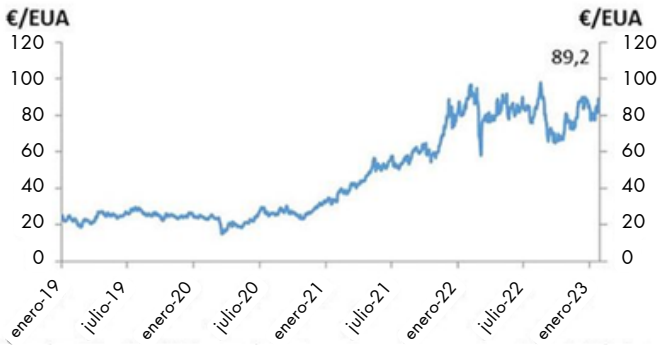


Gráfico 7. Precio tonelada CO_2 en €.
Fuente: El Periódico de la Energía.

La **energía hidroeléctrica** juega un papel importante en la regulación y el equilibrio entre la oferta y la demanda eléctrica. Sin embargo, su utilización depende de un **recurso limitado** como es el agua, que también es vital para el **consumo humano y el riego agrícola**. Por ello, es complicado casar su uso entre generación eléctrica y necesidades de almacenamiento para estaciones secas.

3

Fiabilidad del sistema

Hace casi un año, **España enfrentó un apagón histórico en su red eléctrica**, un evento sin precedentes en la Europa moderna, que no se vivía desde hacía más de 25 años. Pese a que los procesos judiciales en busca de responsables siguen abiertos, técnicamente el fallo es muy claro y deriva de la **pérdida de fiabilidad de nuestro sistema eléctrico**.

La fiabilidad del sistema se sustenta en la generación convencional, como plantas **nucleares**, **ciclos combinados e hidroeléctricas**, por su capacidad de mantener parámetros clave del sistema eléctrico, como **la inercia, la tensión** o la compensación de **energía reactiva**. Este equilibrio se ha visto afectado con la incorporación masiva de tecnologías fotovoltaicas y eólicas, que no cuentan con estas características.

Los incidentes y fallos en las instalaciones eléctricas son comunes, pero la verdadera **fortaleza** del sistema radica en su capacidad para **soportarlos, aislar el problema y restablecer los parámetros de la red**. Si el sistema eléctrico está bien diseñado, estos incidentes suceden a una velocidad suficientemente lenta (gracias a la inercia) para que actúe la regulación de las centrales convencionales. En caso contrario, el fallo se vuelve incontrolable, difícil de aislar y puede acabar en la caída de toda la red.

El **apagón supuso una llamada de atención ante el deterioro de nuestro sistema eléctrico** y la decisión de **primar las tecnologías low-cost renovables**, eólica y fotovoltaica, de bajas prestaciones en el mix de generación. Tras el incidente, se tuvo que aumentar la generación mediante ciclos combinados para evitar su repetición, con el extra-coste para los ciudadanos y para el medioambiente. La siguiente decisión fue ampliar rápidamente la interconexión con Francia para que sus centrales nucleares francesas devolvieran la fiabilidad perdida.

Energías renovables: impacto en la fiabilidad del sistema

Las **energías renovables no aportan fiabilidad** al sistema; solo generan electricidad según los parámetros que les marca la red (grid following). Ante cambios en la red, no responden, no proporcionan inercia y no cuentan con generadores para controlar tensión o energía reactiva. Hasta ahora, no se les ha exigido.

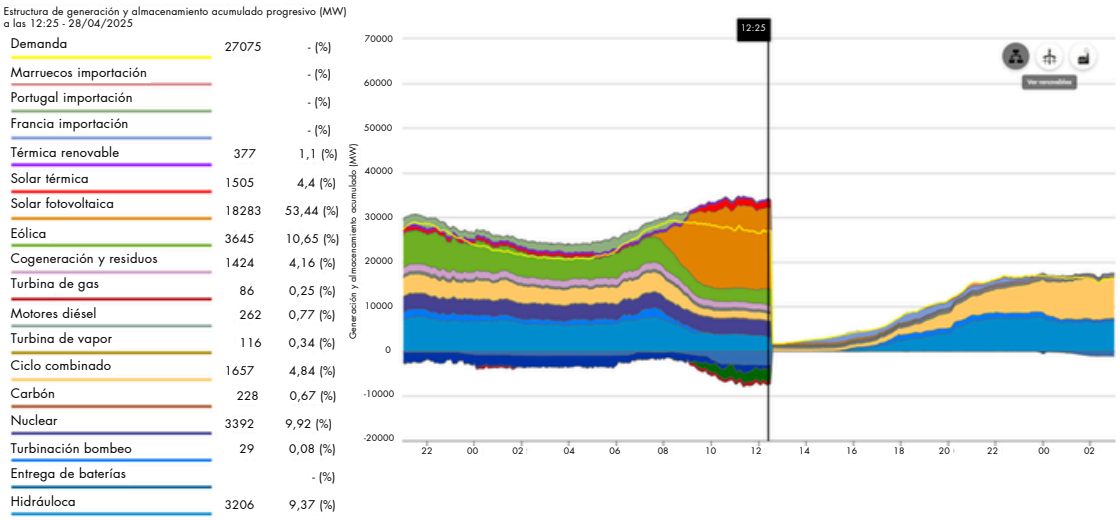


Gráfico 8. Mix de generación el día del apagón
Fuente: ESIOS, Precio de la electricidad (PVPC) y Precio de subasta (SPOT).

En el momento del apagón, **el mix de generación tenía más de un 65 % de energía fotovoltaica y eólica, un verdadero riesgo para la seguridad del sistema,** calificado incluso como un experimento. En sistemas eléctricos similares al español, como California, con alta penetración de renovables, ya se limitaba la cantidad que podía operar simultáneamente.

Que las **energías renovables están debilitando nuestro sistema eléctrico** es conocido y señalado por **numerosos informes técnicos,** incluso alguno de la propia red eléctrica, así como por el aumento de intervenciones de los sistemas de seguridad de la red eléctrica. Por ejemplo, en 2024 hubo 4 actuaciones del sistema de desconexión RASP que afectaron a la industria española, algo extraordinario y que se originó en la incapacidad de predecir la generación renovable diaria con exactitud.

Energía nuclear: impacto en la fiabilidad del sistema

Las **centrales nucleares** proporcionan las **mejores prestaciones para la fiabilidad** de la red, gracias a sus grandes turbinas y generadores, que garantizan el control de tensión e inercia tan necesarios en la red eléctrica.

Países con **alta penetración de energías renovables,** como España, buscan conectar sus redes a **centrales nucleares francesas** para restaurar la fiabilidad. El caso **internacional** más reciente es Irlanda, que ante su plan de desarrollo de renovables necesita construir una interconexión directa con Francia, evitando pasar por Inglaterra: Celtic Interconnector.

Imagen 2. Irlanda-Francia
Fuente: Celtic Interconnector.

Otras tecnologías: impacto en la fiabilidad del sistema

Los **sistemas eléctricos se diseñaron y desarrollaron con tecnologías convencionales** que realizaban los ajustes necesarios para mantener la estabilidad de la red. Actualmente, en España, operamos con un **sistema reforzado que sigue utilizando estas tecnologías** tradicionales como garantía para

En las horas posteriores al apagón, la generación por **ciclos combinados,** quemar gas metano en turbinas, llegó a ser del 50%, y **actualmente,** con el sistema reforzado, es la **principal fuente de energía de España con un 23%** ya que se ha incrementado su uso un 50% tras e apagón.

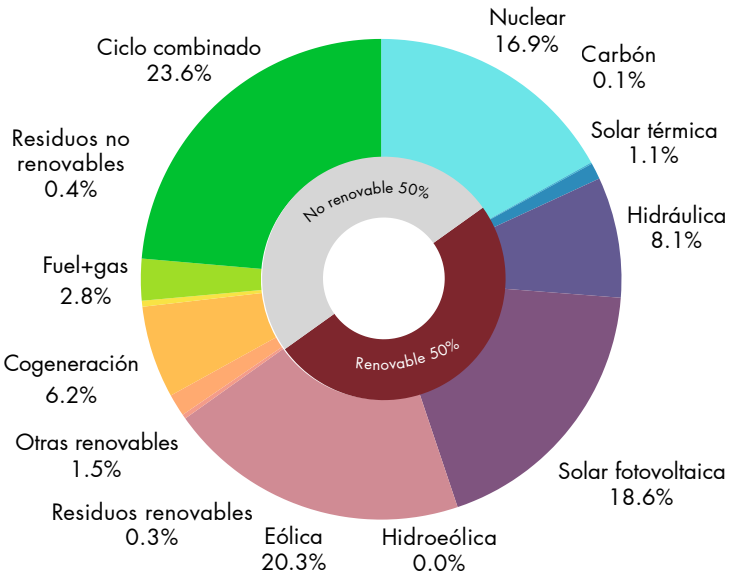


Gráfico 9. Generación eléctrica octubre 2025
Fuente: REE, Red Eléctrica España.

4

Medio ambiente

La **generación de electricidad,** como toda actividad industrial, afecta inevitablemente al medioambiente y a las **personas.** Por ello, cualquier modelo energético debe **minimizar** ese impacto. Sin embargo, dada la influencia del precio final de la energía en el desarrollo económico, es crucial evitar sobrecostos e ineficiencias que reduzcan la competitividad del país.

La atención medioambiental se ha **focalizado en el cambio climático,** impulsado por el aumento de emisiones de CO_2 provenientes de la combustión de combustibles fósiles. Sin embargo, al evaluar tecnologías de generación eléctrica, es fundamental considerar también otros factores clave, **como el impacto espacial, el consumo de materiales** que requiere cada tecnología y la contaminación que provoca en las personas y el entorno.

Cambio climático y la generación de CO_2

El calentamiento global, impulsado por el aumento del dióxido de carbono (CO_2), sigue siendo uno de los mayores desafíos globales. Desde 1995, la Convención Marco de las Naciones Unidas ha organizado 29 Conferencias de las Partes (COP) para abordar esta crisis. Entre los acuerdos más relevantes destacan el Protocolo de **Kioto** (1997), que obligó a **los países desarrollados a reducir sus emisiones,** y el Acuerdo de París (2015), que busca limitar el aumento de la **temperatura global a menos de 2 °C.** Sin embargo, la **falta de compromiso** uniforme entre los países ha frenado estos esfuerzos, evidenciado en el **constante incremento del uso de combustibles fósiles a nivel mundial.**

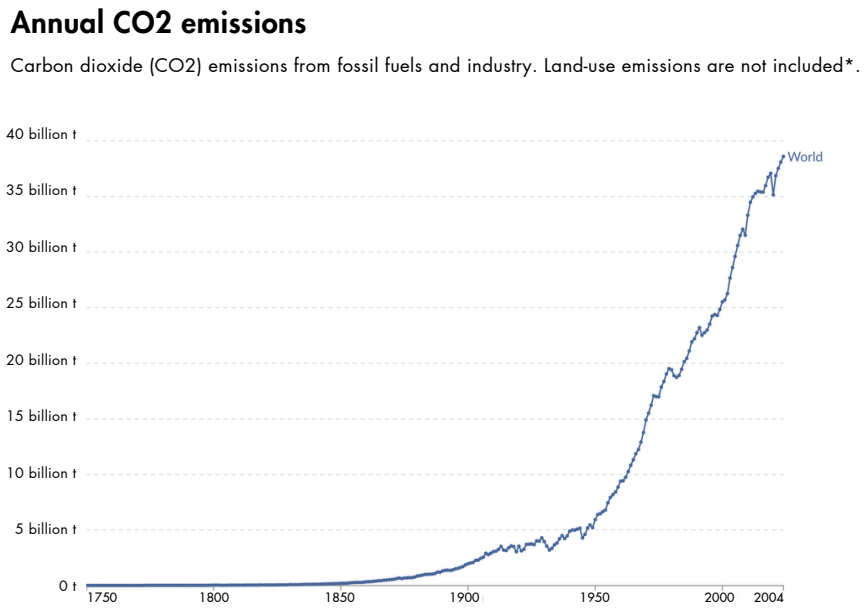


Gráfico 10. Emisiones de CO_2 en el mundo
Fuente: CO_2 emissions - Our World in Data.

La **Unión Europea lidera la lucha contra los combustibles fósiles** con un objetivo claro, alcanzar la **neutralidad climática para 2050** (no producir nada de CO2), según el Pacto Verde Europeo (PVE) de 2019. Recordemos que actualmente el 70% de nuestra energía viene de estos combustibles. Para lograrlo, se han establecido metas específicas por sector, especialmente en aquellos con mayor emisión de CO_2, como transporte e industria.

Hasta ahora, las principales **actuaciones se han centrado en la generación eléctrica.** Para ello, la UE ha desarrollado una taxonomía de fuentes energéticas sostenibles, que incluye **tecnologías que no generan** CO_2 en su proceso, destacando la inclusión de la **energía nuclear** en marzo de 2022.

Energías renovables: impacto en el cambio climático

Las **energías renovables,** al no emitir CO_2 durante la generación eléctrica, se han convertido en las grandes **beneficiadas de las políticas contra el cambio climático.** Sin embargo, su producción **depende de factores meteorológicos,** lo que las hace intermitentes por naturaleza. Por ello, es **imprescindible** contar con fuentes alternativas para garantizar el suministro continuo.

En muchos países, esta función la cumplen los **ciclos combinados, como en España, o centrales de carbón, como en Alemania.** El PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima) confirma esta estrategia, manteniendo la capacidad instalada de ciclos combinados para asegurar la estabilidad del sistema eléctrico.

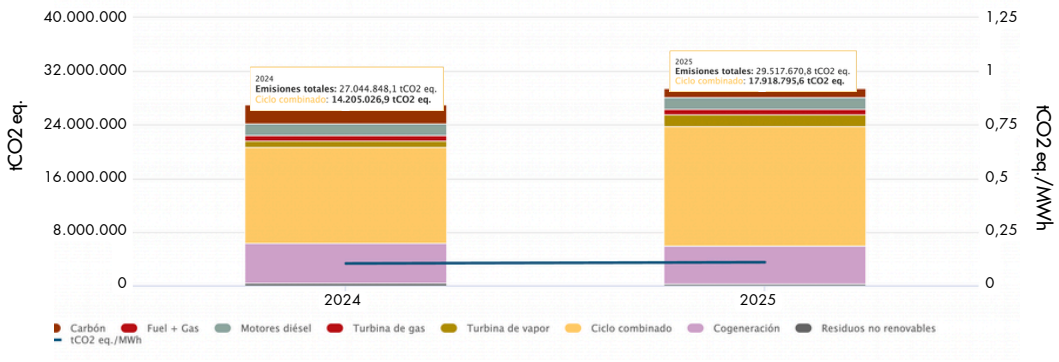


Gráfico 11. Emisiones y factor de emisión de CO2 eq. de la generación (tCO2 eq. | tCO2 eq./MWh)
Fuente: REE, Red Eléctrica España.

Las renovables reducen emisiones de CO_2 solo si reemplazan tecnologías contaminantes, como las plantas de **ciclos combinados.** En caso contrario, como ocurre en España, su impacto en la lucha contra el cambio climático resulta insignificante.

La reducción de emisiones de CO_2 en generación eléctrica se ha estancado alrededor de 100 g/MWh, manteniendo al país entre los más contaminantes. Por ejemplo, en **2025 se han incrementado las emisiones de CO_2,** en más de 2,5M de toneladas.

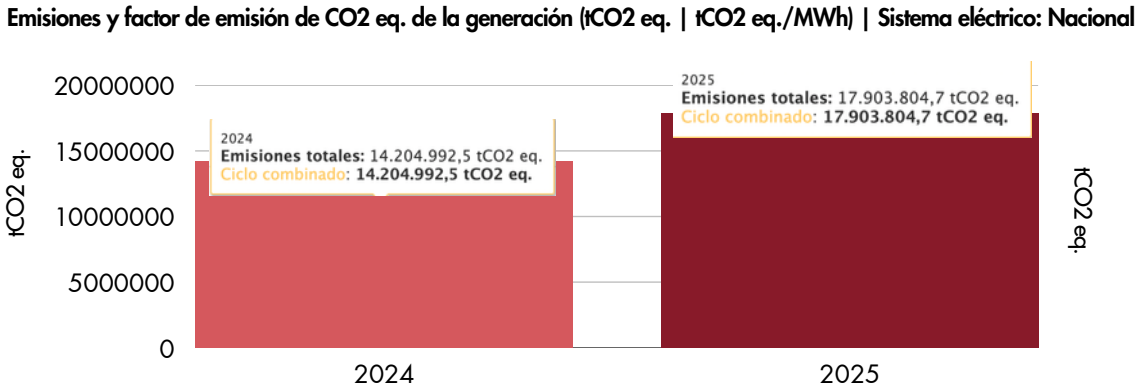


Gráfico 12. Toneladas de CO_2 por tecnología en España
Fuente: REE, Red Eléctrica España.

Energía nuclear: impacto en el cambio climático

La **energía nuclear destaca por no emitir CO_2** durante la generación eléctrica, motivo por el cual la UE la ha incluido en su taxonomía de fuentes energéticas sostenibles. Esta tecnología es un actor clave en la cumbre del clima (COP) y se posiciona como una **alternativa viable frente a la intermitencia de las renovables,** permitiendo diseñar sistemas eléctricos basados exclusivamente en ella.

Los países con **alta capacidad nuclear** (Francia, Suecia, Finlandia) registran **las emisiones de CO_2 más bajas** por kWh generado. Por ejemplo, Francia produce alrededor de 30 g/kWh, frente a 125 g/kWh en España, y 350 g/kWh en Alemania.

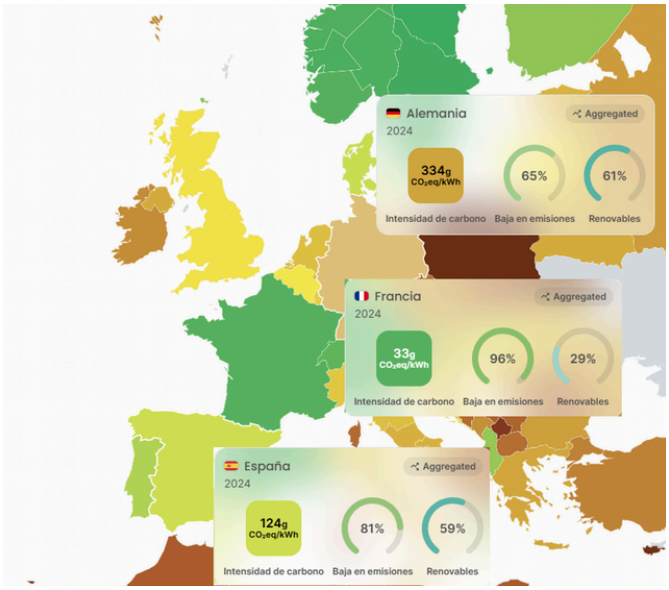


Imagen 3. Emisiones de CO_2 por país, CO_2eq/kWh
Fuente: Electricity Maps.

Otras tecnologías: impacto en el cambio climático

Los **combustibles fósiles son la principal fuente de emisiones de CO_2,** ya que cualquier proceso de combustión genera este gas. Aunque se emplean biocombustibles, estos no eliminan el problema y generan un desafío adicional: el uso de tierras agrícolas para producir energía en lugar de alimentos.

Energías renovables: contaminación

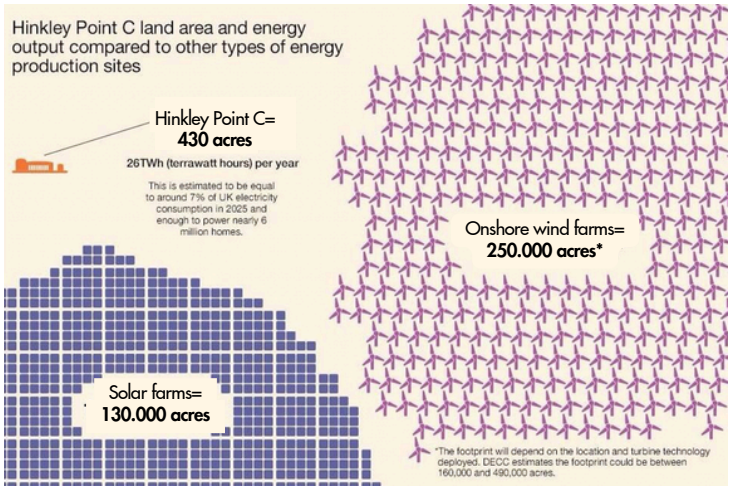
La producción de electricidad genera diversos tipos de contaminación, destacando sustancias peligrosas para la salud, como partículas tóxicas, además del impacto visual y el consumo de materiales difíciles de reciclar, que contribuyen a la degradación ambiental.

Las energías renovables generan electricidad sin emisiones contaminantes, pero enfrentan **problemas por su baja densidad de potencia,** lo que implica:

- Necesidad de grandes extensiones de terreno, a veces en competencia con tierras agrícolas.
- Alto consumo de materiales para construcción de infraestructuras.

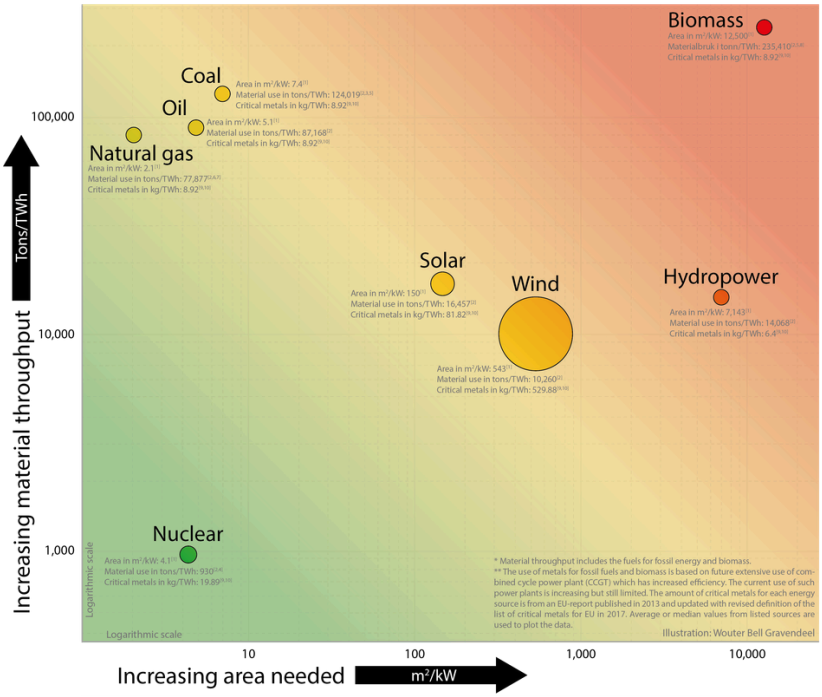
Imagen 4. Impacto visual y en el entorno de las energías renovables
Fuente: Elaboración propia

Para producir los 26 TWh que genera la **central nuclear** de Hinkley Point en el Reino Unido, se necesitarían más de 130.000 acres (52.000 ha) para una planta fotovoltaica. En energía eólica, la demanda de terreno se duplica, llegando a **1.000 km²,** superior a la **superficie de Madrid.** En contraste, un solo reactor nuclear ocupa un edificio y genera la misma energía de forma continua. En España, las 5 centrales nucleares producen la misma energía que los más de **22.000 aerogeneradores** instalados o que se necesitaría llenar **toda la superficie de la Comunidad Valenciana de aerogeneradores para cubrir el consumo anual nacional.**



Infografía 1. Infografía uso del espacio. Nuclear, eólica y fotovoltaica.

Además, las renovables requieren enormes **cantidades de materiales,** alrededor de 10.000 toneladas por TWh. Muchos de estos recursos **son contaminantes, como plomo, cadmio, litio y cobalto.** Las palas de **aerogeneradores usan fibras y resinas no reciclables,** planteando desafíos ambientales a largo plazo.



Infografía 2. Espacio y materiales utilizados por cada tecnología
Fuente: Global Energy Footprint.

Energía nuclear: contaminación

La **energía nuclear genera impacto ambiental y niveles de contaminación similares** a los de las **energías renovables**. Sin embargo, la percepción social suele sobreestimar sus riesgos, influida por la atención mediática a accidentes destacados.

La controversia más intensa se centra en los **residuos de alta actividad,** que duran muchos años. No obstante:

- El volumen de residuos es muy pequeño. La cantidad total de residuos generados en España por todas las centrales nucleares en más de 40 años de operación cabrían en un cubo de apenas 10 m^3.
- El 97 % del combustible es recuperable.
- Los residuos son tratables mediante trasmutación y su radiación disminuye progresivamente, concentrándose en los primeros años.

Otras tecnologías: contaminación

Los **combustibles fósiles** afectan significativamente la salud humana. Diversos estudios han demostrado su **impacto directo en el bienestar de las personas.** Por esta razón, se busca limitar su uso y minimizar su proximidad a zonas habitadas.

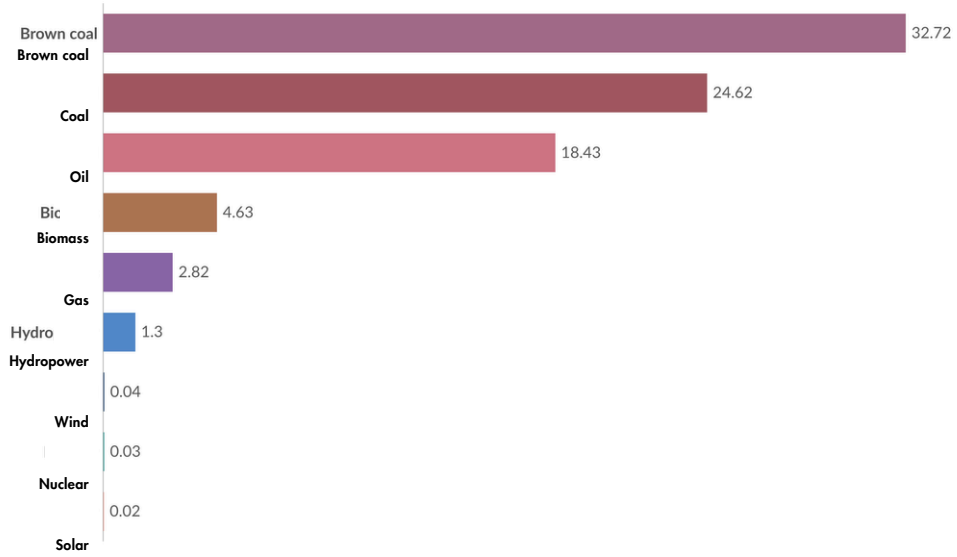


Gráfico 13. Impacto en las personas y muertes por tecnología de generación eléctrica
Fuente: Our World in Data. Death rates per unit of electricity production.

5

Soberanía energética

La soberanía energética, o el **grado de dependencia exterior** para el suministro de energía de un país, constituye uno de los pilares de cualquier modelo energético y una **herramienta geopolítica de primer orden.** La ausencia de recursos energéticos propios o la disponibilidad de fuentes poco competitivas incide directamente sobre el desarrollo económico de las naciones y ha sido, históricamente, motivo de importantes tensiones geoestratégicas.

Actualmente, **todas las grandes economías mundiales dependen de los combustibles** fósiles. Por ejemplo, pese a los enormes esfuerzos en la Unión Europea por sustituirlos en la generación eléctrica mediante fuentes alternativas, los grandes consumidores energéticos como transporte e industria continúan utilizando estos combustibles contaminantes. Además, estos recursos se concentran en **ubicaciones geográficas muy específicas,** generando importantes tensiones geoestratégicas.

En concreto, **España** registra actualmente su **mayor nivel de dependencia energética exterior,** que alcanza el 70 % del consumo de energía primaria. En la siguiente tabla se observa el histórico de consumo energético: en los últimos treinta años, **la dependencia exterior ha aumentado del 57 % al 70 % actual,** principalmente debido a la **eliminación del uso de carbón autóctono y al incremento del gas natural importado desde Argelia y Rusia** para compensar la intermitencia de la generación renovable.

Importación y consumo propio de energía primaria en toneladas equivalentes de petróleo (ktep)

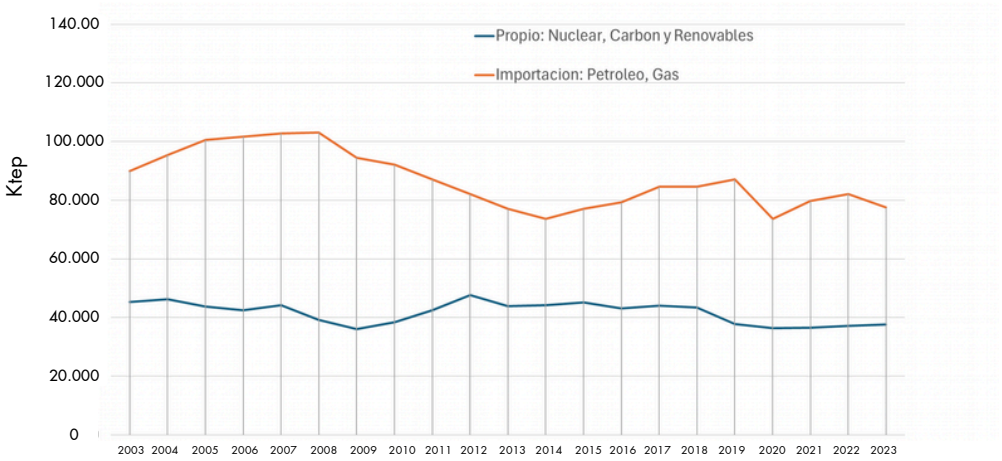


Gráfico 14. Energía primaria importada y propia España
Fuente: Our World in Data. Death rates per unit of electricity production.

Energías renovables: impacto en la soberanía

Las **energías renovables,** contrariamente a lo que podría parecer, **aumentan la dependencia del exterior en dos aspectos:**

- La **intermitencia de generación** y sus bajas prestaciones de red **obligan** a depender de otras tecnologías, en **España principalmente ciclos combinados de gas.** Esto queda reflejado tanto en el histórico como en el PNIEC, donde se establece que para continuar incrementando las renovables es imprescindible mantener los ciclos combinados en operación.
- **La fabricación de instalaciones renovables depende casi totalmente de terceros países,** especialmente **China,** que produce cerca del 100 % de los paneles solares del mercado mundial. Esto reduce a otros países a un papel meramente instalador, sin aportar valor añadido industrial o tecnológico.

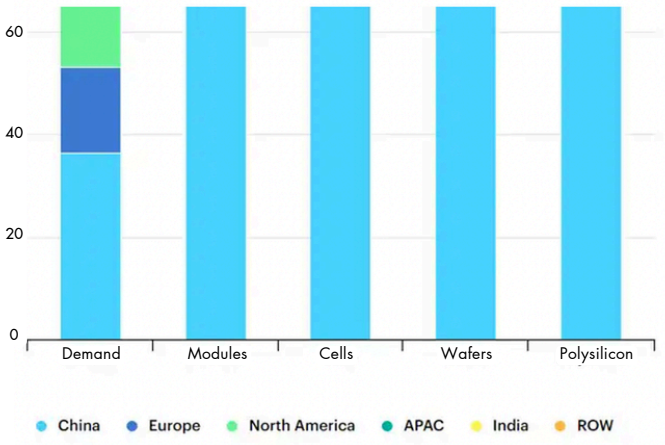


Gráfico 15. Origen de la tecnología fotovoltaica
Fuente: Prensa. IEA. Incremento gas en generación tras apagón.

Energía nuclear: impacto en la soberanía

La **energía nuclear refuerza de manera decisiva la soberanía energética de un país.** Su principal desafío no radica en la disponibilidad de recursos, sino en el **dominio del conocimiento técnico y capacidad industrial** necesarios para gestionarlos. Por ello, los países que controlan esta tecnología reducen significativamente su dependencia exterior.

En este contexto, la **energía nuclear puede considerarse una fuente primaria** y autóctona allí donde se fabrica o **procesa el combustible.** España es un ejemplo destacado, pues posee una industria nuclear de alto nivel que exporta combustible a numerosos países europeos.

Además, España cuenta con una de las **mayores reservas de uranio del mundo,** siendo la segunda dentro de la UE, solo por detrás de Ucrania. La extracción de uranio está más diversificada que otros recursos energéticos, con grandes yacimientos en países históricamente aliados como Australia y Canadá.

Por último, la dependencia de la extracción de uranio se reduce gracias a:

- **El reprocesamiento del combustible usado,** que permite reutilizar hasta el 90 % del material.
- El desarrollo de **nuevas centrales que emplean torio,** un elemento mucho más abundante en la corteza terrestre.

Otras tecnologías: impacto en la soberanía

España no cuenta con grandes reservas de gas ni de petróleo, por lo que resulta poco coherente la apuesta por los ciclos combinados basados en gas metano. En cambio, el carbón sí constituye una materia prima autóctona, eliminada progresivamente debido a su impacto ambiental.

Esta decisión resulta paradójica, ya que habría tenido más sentido reducir primero el consumo de gas natural, un recurso totalmente importado. **A escala global, las centrales térmicas de carbón siguen siendo una de las tecnologías más extendidas,** ya que generan electricidad a bajo coste y, en la mayoría de los países, **no están sujetas a los graves impuestos** sobre emisiones **que la UE sí se aplica a sí misma.**

H2
H2
H2
H2
H2

4

Conclusiones

Nuestro **modelo energético está en plena transformación**, sustituyendo fuentes de generación tradicionales por energías renovables. En muchos aspectos, las **tecnologías renovables low-cost, eólica y fotovoltaica, están debilitando nuestro sistema eléctrico**, además de suponer un **coste muy elevado** para los ciudadanos.

Las **energías renovables elevan el precio de la electricidad** por su necesidad de duplicar las instalaciones del sistema. **Necesitan otras tecnologías** que:

- **Generen** electricidad cuando **ellas no están disponibles**.
- Se **ajusten** a la **demanda eléctrica**.
- Proporcionen **fiabilidad** a la red.

La **energía nuclear**, generada en centrales como las españolas, es la **tecnología con menores costes de operación y mantenimiento** (LCOE) con unos 32USD$ de media por MWh generado, por debajo de los 50$ y 56$ de la eólica y fotovoltaica. Además, es la tecnología que más tiempo está disponible, lo que estabiliza los precios del sistema eléctrico.

Las tecnologías que usan **combustibles fósiles** generan **precios elevados** de electricidad debido a los **impuestos** aplicados en la UE, mientras que fuera de Europa estas tecnologías resultan muy competitivas. El precio de la generación con ciclos combinados no puede bajar de los 100€/MWh debido a las tasas por producir CO2.

Las **energías renovables** están provocando una **pérdida de fiabilidad** en el sistema eléctrico, hasta llegar al apagón del 28 de abril de 2025. Estas tecnologías no controlan los parámetros clave del sistema y, si son mayoritarias, pueden provocar fallos significativos. Para evitar otro apagón, se ha tenido que incrementar la generación con gas un 50% respecto al año anterior pasando a ser la principal fuente de generación en España estos meses.

La **reducción de generación de CO_2** se ha **estancado, incluso este 2025 las emisiones se han incrementado en 2,4M de toneladas,** en España por la **necesidad de usar ciclos combinados.** Somos tres veces más contaminantes que los países que utilizan principalmente energía nuclear, 125gr de CO_2 por kWh de España frente a los 30gr de CO_2 que genera Francia.

Las **energías renovables generan un impacto visual significativo** y contribuyen a la pérdida de terrenos agrícolas, debido a la **gran demanda de espacio** para la producción eléctrica. Las instalaciones eólicas necesitan 500 veces más espacio que la energía nuclear. Una instalación eólica necesitaría 1.000 km², superior a la superficie de Madrid, para generar la misma electricidad que una central nuclear moderna.

Finalmente, las **energías renovables aumentan la dependencia exterior**, tanto por la necesidad de importar gas natural como soporte al sistema, como por no participar industrialmente en su fabricación.

España ha **perdido soberanía energética en las últimas décadas** al abandonar fuentes propias como el **carbón**, lo que ha elevado su **dependencia externa hasta el 70%** de la energía consumida. Esta situación se **agravaría** si se mantiene el **cierre del sector nuclear**.

Bibliografía

AIE, Agencia Internacional de la Energía. https://www.iea.org/reports/projected-costs-of-generating-electricity-2020

Celtic Interconnector. https://www.celticinterconnector.eu/

CNMC, Liquidación de primas a las energías renovables. https://www.cnmc.es/index.php/expedientes/liqde00224

CO_2 emissions - Our World in Data. https://ourworldindata.org/co2-emissions

Comisión Europea - Taxonomía, energía nuclear 2022/1214. https://finance.ec.europa.eu/publications/sustainable-finance-package_en#taxonomy

Diagramas flujo energía Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/energy/sankey.html?geos=ES&year=2023&unit=GWh&fuels=TOTAL&highlight=_&nodeDisagg=0101000000000&flowDisagg=true&language=EN

Emisiones de CO_2. Electricity Maps. CO_2eq/kWh. https://app.electricitymaps.com/map/zone/ES/5y/yearly

ESIOS, Precio de la electricidad (PVPC) y Precio de subasta (SPOT). https://www.esios.ree.es/es

Foro Nuclear 2024. Tablas energía y potencia eléctrica. https://www.foronuclear.org/publicaciones-archivo/energia-archivo/energia-2024-version-online/

Foro Nuclear. Energía primaria España. https://www.foronuclear.org/wp-content/uploads/energia2024/cap.1/01.02.htm

Global Energy Footprint. Espacio y materiales por tecnología. https://energy.glex.no/footprint

Operador California CAISO sobre renovables. https://elperiodicodelaenergia.com/un-espejo-donde-mirarse-california-aumenta-las-restricciones-a-la-energia-solar-y-eolica-para-mantener-un-sistema-electrico-estable/

Our World in Data. Death rates per unit of electricity production. https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-from-energy-production-per-twh

PNIEC - Plan Nacional de Energía y Clima. https://www.miteco.gob.es/es/energia/novedades/novedad-00020.html

Precio CO_2 por tonelada. https://elperiodicodelaenergia.com/el-precio-del-co2-dispara-la-electricidad-en-toda-europa-en-la-primera-semana-de-noviembre

Precio de la electricidad. Eurostat. https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-prices-and-costs-europe_en

Prensa. Importación fotovoltaica. https://www.edpenergia.es/es/blog/energia-fotovoltaica/como-ha-llegado-china-a-liderar-la-fabricacion-de-paneles-solares/

Prensa. Incremento gas en generación tras apagón. https://www.24heconomia.com/actualidad/economia/20251105/produccion-electrica-gas-dispara-50-apagon-actuacion-red-electrica-espana-noticia-1221013780/

REE, Red Eléctrica España. Generación eléctrica octubre 2025. https://elperiodicodelaenergia.com/los-ciclos-combinados-son-la-mayor-fuente-de-electricidad-en-un-octubre-marcado-por-la-caida-de-la-demanda/

REE, Toneladas de CO_2 por tecnología en España. https://www.ree.es/es/datos/generacion/no-renovables-detalle-emisiones-CO2

FUNDACIÓN CIVISMO

Paseo de la Habana 24, 2°-1 28036 Madrid
(+34) 914 023 095 | comunicacion@civismo.org

© Fundación Civismo
y todos los autores