

www.fundacionrenovables.org

POLICY BRIEFING

—

El futuro de la energía nuclear
en España

Ideas GENERALES

A lo largo del informe «*El futuro de la energía nuclear en España*», de la Fundación Renovables, se pone de manifiesto que mantener operativas las centrales nucleares en España supone **perpetuar un modelo energético costoso, inflexible, centralizado, socialmente regresivo y, a todas luces, ilegítimo**. Lejos de ser la solución a los problemas del presente, **la nuclear en España no aporta independencia, resiliencia ni garantías de suministro y retrasa la transición hacia un sistema energético más seguro, limpio, competitivo y justo**. El cierre ordenado y responsable de las nucleares es la opción más sensata para **proteger el interés general, garantizar la sostenibilidad financiera y medioambiental del sector energético y acelerar el liderazgo renovable de España**.



Los datos referentes a la energía nuclear recogidos en este documento se han obtenido a partir de información publicada por el propio sector nuclear. La falta de transparencia del sector impone limitaciones que, en ocasiones, pueden llevar a la obtención de datos financieros, organizativos y operacionales imprecisos. Dichas imprecisiones no responden a sesgos de los investigadores, sino que revelan, precisamente, la opacidad y el hermetismo de una industria que no aporta información abierta a la ciudadanía y al Estado.

La energía nuclear A NIVEL GLOBAL

El mito del renacimiento nuclear

A nivel mundial, desde 2010 hasta 2024, hay una marcada divergencia en las tendencias de instalación de fuentes renovables (pasan de **1.227 GW** instalados en 2010 a **4.448 GW** en 2024), es decir, se multiplican por **3,6, creciendo un 262%** respecto a la nuclear, cuyo crecimiento durante el mismo periodo es mínimo (de **370,9 GW** instalados en 2010 a **375,5 GW** en 2024, un incremento del **1,2%**).

En total, de 2010 a 2024 se han puesto en funcionamiento **87,5 GW** de energía nuclear y se han cerrado **78,8 GW** de potencia, al cesar **105** reactores y entrar en operación **90**.

En 2010, en el mundo, se generaban **2.629,8 TWh** de electricidad con centrales nucleares, cuando en 2024 se generaron **2.617,5 TWh**, produciéndose un **descenso del 0,5%**. En cambio, con renovables en 2010 ya se generaba más electricidad que con nuclear, **4.190 TWh** (sobre todo gracias a la hidroeléctrica, más del 90%) y en 2024

se generaron **9.839 TWh, más del doble que entonces**.

Por tecnologías, la generación con solar fotovoltaica ha tenido un incremento del **6.348,5%**, desde **33 TWh** hasta los **2.128 TWh** actuales. La eólica pasó de **342 TWh** a **2.498 TWh, un 630,4% más**.

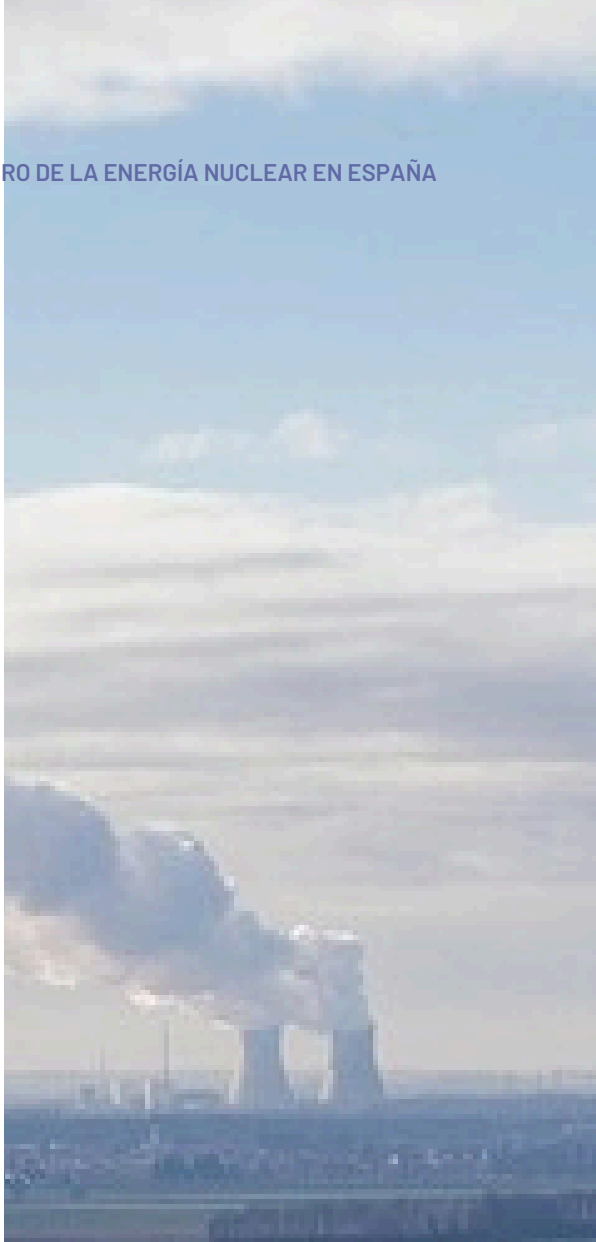
En Asia se concentra el 79% de la nueva capacidad nuclear de la última década, siendo China el país líder con la puesta en marcha de 40 GW nuevos. Sin embargo, en su plan estratégico a 2060, China prevé tener instalados 180 GW de nuclear (actualmente tiene 55,3 GW) frente a más de 10.000 GW de fotovoltaica y eólica combinada.

Durante el siglo XXI, solo se han construido o están en construcción trece centrales nucleares en siete de los 38 países de la OCDE (Finlandia, Francia, Corea del Sur, Japón, Eslovaquia, Reino Unido y Estados Unidos).

La energía nuclear en Europa

La Unión Europea (UE) presenta una tendencia claramente descendente en capacidad nuclear, cayendo de **120 GW en 2010 a 97 GW en 2024**, con una **reducción del 19,5%**, principalmente por el cierre de los reactores alemanes y el estancamiento de la flota francesa. Los reactores que siguen activos suelen tener una edad bastante avanzada. Mientras tanto, la capacidad renovable en la UE ha crecido de 254 GW en 2010 a 703 GW en 2024, casi el triple.

La generación nuclear en la UE desciende de, aproximadamente, **854 TWh en 2010** a valores cercanos a **648 TWh en 2024 (- 24,1%)**. Mientras, las renovables en **2010 rondaban los 656 TWh y en 2024 alcanzan los 1.301 TWh (+98%)**, superando ampliamente a la nuclear (multiplica por 1,9).



Situación de la inversión privada en Europa.

- ✓ Del total de reactores en Europa, más del 78% (133) son propiedad de empresas estatales y públicas controladas por el Estado, el 13% (23) son de exclusiva titularidad privada (con presencia de consorcios de empresas privadas) y el 8,2% (14) son titularidad de consorcios público privados de empresas privadas y estatales.
- ✓ En la UE, un 74% son de titularidad pública y estatal, mientras que tanto las público privadas como las completamente privadas representan un 13%.
- ✓ En general, los retrasos y sobrecostos de nuevos reactores hacen que sea una opción poco atractiva, además de la carga fiscal sobre la operación nuclear que tiene el objetivo de financiar parcialmente la gestión de residuos y otras externalidades que esta tecnología genera. Es muy común que las pérdidas financieras del sector se terminen socializando. Un caso representativo es el de Areva y el impacto de Fukushima en la confianza del sector privado en la nuclear.

Situación actual del parque nuclear español

España cuenta con **siete reactores nucleares** repartidos en **cinco emplazamientos**, todos ellos construidos en los años 80, previos a la privatización del sector eléctrico. El periodo de operación medio del parque nuclear español es de **40 años**, lo que significa que **la mayoría han sobrepasado la vida útil** para la que fueron diseñados.

Los costes de desmantelamiento de la central clausurada José Cabrera se estiman en 217,8 millones de euros y los de Garoña en 475 millones.

El sobredimensionamiento del parque nuclear y su posterior moratoria, aprobada en 1984, ha supuesto una compensación económica de más de 5.700 millones de euros, según la CNMC, cobrada a través de la factura de la luz hasta 2015.

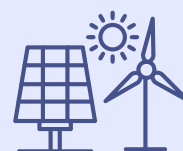


Costes de la ENERGÍA NUCLEAR

Panorama inversor en el sector energético

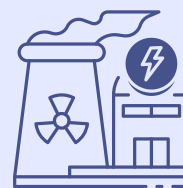
En 2023, la inversión global en renovables alcanzó **623.000 millones de dólares**, consolidándose como uno de los principales destinos del capital financiero. La energía solar y la eólica concentran la mayor parte de estos fondos, con un **crecimiento exponencial desde 2010**.

En contraste, la inversión anual en energía nuclear se ha mantenido **relativamente estable en torno a los 30.000-35.000 millones de dólares** en la última década, **representando menos del 2% del total de inversión** en transición energética (casi 18 veces menos que la inversión en renovables) y, principalmente, centrada en actividades de mantenimiento y extensión de la vida útil de reactores ya existentes.



623 MM\$

INVERSIÓN GLOBAL EN
RENOVABLES EN 2023



30-35 MM\$

INVERSIÓN ANUAL
PROMEDIO EN NUCLEAR



Costes globales y comparativa tecnológica

El LCOE de la nuclear nueva (**173 \$/MWh**), considerablemente superior al de la fotovoltaica y eólica (**entre 37 y 70 \$/MWh**), sí es un factor representativo. Y es que el argumento de asegurar una garantía de suministro con nuclear, especialmente durante la noche, deja de ser válido cuando el almacenamiento energético es una opción viable y factible que, además, contribuye a flexibilizar el sistema eléctrico.

La seguridad de suministro eléctrico se puede lograr invirtiendo en almacenamiento y flexibilidad de la red en lugar de en nueva nuclear.

Costes de la nueva nuclear europea

La experiencia de construcción de reactores nucleares en Europa es una **historia de sobrecostes**: Olkiluoto-3 en Finlandia (de 3.000 a 11.000 millones de euros), Flamanville-3 en Francia (de 3.300 a 13.200) y Hinkley Point C en Reino Unido (de 21.700 a 53.000). Los tres casos muestran un patrón común de sobrecostes significativos y retrasos prolongados, lo cual suele terminar provocando la **socialización de las pérdidas** al ser asumidas por la ciudadanía y no por las empresas propietarias.



Costes de la nuclear en España

En la actualidad, el coste completo de producir electricidad nuclear en España se desconoce, reflejando la falta de transparencia y la opacidad de los costes reales, tanto de las centrales como de las inversiones a futuro. Sin embargo, teniendo en cuenta las fracciones conocidas correspondientes a impuestos y a la tasa Enresa, se puede asegurar que en general **resultan insuficientes** para compensar las **externalidades negativas** generadas por la actividad nuclear. Éstas incluyen principalmente la financiación de la **gestión de residuos a largo plazo**, siendo el **déficit actual superior a los 5.000 millones de euros**.

De hecho, la tasa Enresa debería multiplicarse por 6 para cubrir la totalidad de los gastos estimados por el 7º Plan de Gestión de Residuos Radiactivos (PGRR) y el resto tendrían que cubrirse con fondos públicos.

Por otro lado, estas estimaciones de gastos a futuro aumentan con cada nueva iteración del PGRR. Concretamente, las estimaciones del coste de la gestión total de residuos y de combustible gastado, incluyendo costes de desmantelamiento, **ha aumentado un 4% del 4º al 5º PGRR, un 6% del 5º al 6º y un 56% del 6º al 7º**.

Paralelamente, prolongar la vida útil de las centrales solo pospone el problema y puede agravar el déficit, sin garantizar la cobertura de los costes reales de cierre y gestión de residuos. Esto **desacredita el popular argumento de que la falta de competitividad de la nuclear en España se debe a una carga fiscal excesiva e injusta**.

Aunque el coste de extender la vida de una central nuclear es incierto y depende de múltiples factores, ejemplos recientes sitúan el coste total entre el 25% y el 50% del de construir una planta nueva. Estas extensiones, por encima de la vida útil del reactor, incrementan además el riesgo de envejecimiento y fallo debido a los procesos de fatiga, corrosión de la vasija (como sucede en los reactores franceses) y fragilización del acero. Por ejemplo, la extensión de 10 años de los reactores belgas Tihange 3 y Doel 4 a través de su nacionalización por unos 2.000 millones de euros, es una opción basada en una "falsa economía" nuclear que no debería escogerse existiendo la alternativa de sustituir esta potencia nuclear por renovables híbridadas con almacenamiento.



Generación eléctrica y nuclear EN ESPAÑA

Evolución reciente y estacionalidad de la generación eléctrica

En 2024 la energía nuclear en España presentó una producción mensual que oscila entre los 3.100 y los 5.600 GWh. Con variaciones mensuales menores, la nuclear aportó un total anual cercano a los 50.349 GWh, **en torno al 20% del mix eléctrico frente al 56% de las renovables.**

Cuando se combinan la generación fotovoltaica y la eólica se observa un patrón de complementariedad que suaviza las fluctuaciones individuales y cubre la demanda base estacional. Y, además, mejorará con el despliegue del almacenamiento a escala nacional para la inyección de excedentes y gestionabilidad del sistema. Por ejemplo, en julio de 2024, la suma de solar y eólica alcanzó los 10.047 GWh, mientras que, en noviembre, cuando la solar disminuye, la eólica ayudó a mantener una generación conjunta de 7.168 GWh. Esta sinergia permite que las renovables superen consistentemente a la nuclear en todos los meses del año.

Analizado los últimos diez años de generación y demanda eléctrica (2015-2025), se puede observar cómo **la variabilidad estacional de las renovables se suaviza con el paso de los años**, a medida que la fotovoltaica y eólica comienzan a aumentar en el total del mix. Es destacable que, a partir de 2018, el crecimiento de la generación renovable se acelera, superando en varios trimestres a la generación con combustibles fósiles. Este aumento coincide con la entrada masiva de nueva capacidad renovable, especialmente fotovoltaica.

El nicho nuclear en el mix eléctrico



España dispone de unos extraordinarios recursos renovables, además de contar con la experiencia y las condiciones necesarias para su correcto despliegue. Esta favorable situación **permite prescindir de la nuclear sin necesidad de recurrir a combustibles fósiles para su reemplazo y disponer de un sistema eléctrico renovable, flexible, eficiente y distribuido.**

El gran potencial renovable autóctono de España permite afianzar su **rol como generador de valor interno y exportador neto de energía renovable** al resto de Europa.

La urgencia de la crisis climática, junto con el acelerado desarrollo tecnológico e industrial de las energías renovables y los sistemas de almacenamiento, **marcan un ritmo que la energía nuclear no puede lograr para convertirse ni en alternativa ni en acompañante.** Hoy en día, la nuclear se limita a mantener un espacio limitado dentro del mercado eléctrico, sin capacidad real para responder a las demandas energéticas y ambientales del presente.

La nuclear no tiene la capacidad técnica de realizar un control dinámico de la tensión de red, como sí pueden hacer las renovables con *grid forming*.

La vida útil de las centrales y su cierre **han sido acordados** entre el sector, ENRESA y el Gobierno y cualquier cambio debe respetar la seguridad jurídica y la responsabilidad de los propietarios en la gestión de residuos y desmantelamiento.

Es imprescindible que **los propietarios asuman en exclusiva los costes de seguridad, del tratamiento de residuos y del desmantelamiento,** evitando que recaigan en los Presupuestos Generales del Estado o sobre la tarifa eléctrica de los consumidores.



Alargar hasta 2030 la vida de Almaraz supondría alterar los planes que han guiado la inversión en renovables los últimos años, además de abandonar la idea de un cierre escalonado y progresivo que permita suavizar la pérdida de generación nuclear, ya que supondría clausurar a la vez en 2030 Almaraz I y II, Ascó I y Cofrentes.



Efecto de la nuclear sobre el precio de la electricidad

En España, el precio medio de generación nuclear supera los **65 €/MWh**, según cifras que el propio sector nuclear ha publicado y cuya exactitud no está garantizada debido a la falta de transparencia del sector. Esta cifra está **muy por encima de la de la eólica y la fotovoltaica**, cuyos precios han oscilado en los últimos años **entre 24 y 43 €/MWh** y que ya lideran el mercado en cuanto a costes, ritmo y volumen de despliegue. De hecho, en la actualidad, los casos base de financiación se realizan entorno de los **30 €/MWh**. Dado que el sistema marginalista empleado para el mercado eléctrico adjudica el precio de la electricidad al de la tecnología más cara presente en el mix, la presencia de la nuclear y del gas encarecen el precio de la electricidad en España.

Escenarios a futuro de la generación nuclear

En cualquiera de los tres escenarios de cierre nuclear a 2030 que hemos elaborado (calendario actual, extensión de Almaraz I y II y extensión de Almaraz I y II, Ascó I y Cofrentes), combinado con el despliegue renovable proyectado para alcanzar los objetivos del PNIEC a 2030, **el dominio total del mix energético es solar y eólico**, con una generación anual de 150.253 GWh solar (fotovoltaica y térmica) y 130.102 GWh eólica indicada por el PNIEC a 2030. Este crecimiento en generación renovable deberá ir acompañado de un **aumento sustancial en almacenamiento** hasta los 25.099 GWh.

En base a estas proyecciones, se aprecia la **necesidad de aumentar el ritmo de instalación de renovables y almacenamiento** a partir de 2024 para

alcanzar los objetivos del PNIEC a 2030. Lograr este objetivo es complejo. Sin embargo, cabe mencionar que, según REE, ya existen suficientes proyectos renovables y de almacenamiento en España que cuentan con permisos de acceso y conexión como para cubrir con creces los requerimientos de potencia instalada del PNIEC 2030. Además, se ha confirmado la financiación para **más de 3 GW de almacenamiento** distribuido a través de los fondos EHRA y FEDER y la puesta en marcha del Procedimiento de Operación 7.4.

Incluso, sin la ambición de despliegue renovable dictada por el PNIEC, simplemente manteniendo el ritmo de instalación solar y eólica actual permitiría reemplazar la generación nuclear por renovable de forma completa y efectiva.

Incompatibilidad nuclear con el modelo renovable y la transición energética

En España, las nucleares suponen un obstáculo para el desarrollo renovable y la flexibilidad del sistema eléctrico.



Presentan una notable **rigidez operativa** ya que requieren funcionar como **potencia base a plena carga**, lo que **dificulta y reduce la integración de renovables autóctonas**.



En situaciones de alta producción renovable, las nucleares y la falta de almacenamiento generan **situaciones de congestión** o saturación de la red, en las que **se mantiene la nuclear como base del mix y se obliga a desconectar renovables**. Esto supone un obstáculo económico para la instalación continuada de potencia renovable.



El cierre nuclear es necesario para que el **precio del mercado** pueda hacer viables las inversiones renovables. Compiten en el mismo modelo de fijación de precios.



En España ya se ha demostrado la **capacidad de autosuficiencia renovable** en varias ocasiones y, además, está en progreso la instalación de almacenamiento y el PO 7.4 que permitirán seguir completando la autonomía renovable y la flexibilidad del sistema.



Incluso con varios reactores nucleares parados, se ha logrado cubrir ampliamente la demanda eléctrica nacional con renovables en momentos clave, demostrando que **la energía nuclear no es imprescindible para la seguridad de suministro en España**.





Estrés hídrico y su relación con la energía nuclear

La dependencia de la generación renovable de la meteorología es evidente. Sin embargo, **la nuclear también se ve afectada por las fluctuaciones del clima y la estacionalidad**. Como fuente de energía térmica, requiere una constante refrigeración, necesaria, además, por razones de seguridad para evitar el sobrecalentamiento del núcleo. Para ello, **se emplean grandes flujos de agua** líquida procedentes de cuerpos de agua cercanos.

Se ha observado la forzosa reducción de potencia nuclear francesa y suiza debido al efecto de la ola de calor vivida en Europa en junio de 2025 en la temperatura del agua de los ríos, lo que **impide su uso como refrigerante nuclear sin incumplir la normativa medioambiental**.

Estas épocas de calor extremo serán cada vez más habituales

Aunque es cierto que la construcción de torres de refrigeración permite amortiguar la dependencia de flujos de agua externa (con su coste extra), la Comisión Europea estima que **las crecientes sequías provocarán una reducción de la generación nuclear de entre el 1% y el 5%**, dependiendo del escenario contemplado, **siendo España una de las regiones más afectadas** de Europa junto a Suecia y Eslovaquia.

Las promesas y disrupciones TECNOLÓGICAS NUCLEARES

Los SMR se han considerado como el siguiente paso en la tecnología nuclear de fisión. Sin embargo, hoy en día, la mayor parte de los modelos **siguen en fase de investigación y desarrollo**, con solo tres ejemplos de reactores SMR en operación comercial. Su coste, entre **100-118 €/MWh**, triplica a los de la eólica o la fotovoltaica.

En el ámbito de la fusión nuclear, los prototipos de reactor desarrollados actualmente también se encuentran **en fase de investigación**, aún muy lejos de la madurez comercial necesaria para permitir su despliegue.

Además de plantear grandes barreras para el hipotético despliegue de estas tecnologías a gran escala, la urgencia de la crisis climática y los objetivos a 2050 son **incompatibles con una apuesta a futuro por los SMR y la fusión** como garantía de suministro energético limpio.



FUNDACIÓN
RENOVABLES

EL FUTURO DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN ESPAÑA

2025

www.fundacionrenovables.org