LLYC
IDEAS

NUCLEARES PARA CONSOLIDAR UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA LIMPIA

CONTEXTO. UNIDAD DE INTELIGENCIA

Noviembre 2024

LLORENTE Y CUENCA

ÍNDICE

3

6

7

10

13

16

18

21

26

29

31

PRÓLOGO

LA NUCLEAR: UNA ENERGÍA LIMPIA Y NECESARIA

Cerrar nuestros siete reactores nucleares de acuerdo al calendario previsto por el Gobierno (2027-2035) sería un grave error que debemos evitar. Entre otras cosas, porque seríamos el único país del mundo en hacerlo y nos colocaría en desventaja frente al resto de países que aspiran a duplicarlos: de los 413 reactores que hay en funcionamiento en todo el mundo se contempla pasar a los casi mil en pocos años, empezando por las 59 plantas ya en construcción y las más de cien aprobadas para empezar las obras.

En los últimos años, la energía nuclear ha visto cómo variaba radicalmente la percepción social y política que de ella se tenía, hasta convertirse en un aliado imprescindible de las energías renovables en la lucha contra el cambio climático, ya que no emiten CO_2. También será un aliado para reforzar la autonomía estratégica buscada por Europa, evitando así fenómenos como la subida del precio del gas ruso tras la invasión de Ucrania, y para mejorar la competitividad económica, porque garantiza suministro eléctrico estable y barato.

Así lo reconoce la Unión Europea al incluirla en el marco financiero de la taxonomía limpia, ese elenco de actividades que contribuyen a la sostenibilidad medioambiental y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Y así lo ratifica el hecho de que más de veinte países acordaran triplicar la producción de energía nuclear para 2050, en línea con las conclusiones de la COP28 de "reducir de forma profunda, rápida y sostenible la emisión de gases de efecto invernadero, en consonancia con la trayectoria de 1,5ºC".

El principio del fin de la era de los combustibles fósiles sólo será posible mediante la alianza de las energías renovables, la nuclear y las nuevas fuentes de energía no emisoras de CO_2 (hidrógeno...). Este hecho es especialmente urgente si tenemos en cuenta que, a nivel mundial, en 2023 se batió un nuevo récord de emisiones de gases de efecto invernadero, en contra del Acuerdo de París que entró en vigor en 2016.

Los avances experimentados por las nuevas energías renovables (eólica y fotovoltaica) han sido espectaculares en los últimos años: en 2023, por primera vez, el 30% de la electricidad mundial se produjo a partir de fuentes renovables. En España, el avance ha sido no menos impresionante, hasta ocupar el décimo puesto entre los países con mejor desempeño en renovables. En 2023, se superaron todos los récords nacionales en potencia instalada y, así, generaron más de la mitad de toda la electricidad consumida. Y la ambición continúa, con la fijación en el nuevo PNIEC actualizado del objetivo de llegar al 81% en 2030.

¿Se puede, pues, fiar en España toda la reducción de emisiones en el sector eléctrico a las renovables y olvidarnos de la nuclear? No, por varias razones que se desarrollan en el informe, pero que quiero resumir aquí. En primer lugar, porque no es necesario, contando con el aporte realizado por las instalaciones nucleares, libres de emisiones y que alcanza el entorno anual del 20% de la demanda. Así lo han entendido el resto de países del mundo que mantienen sus centrales o invierten en nuevos reactores, como hemos visto arriba.

Pero, también, por consideraciones técnicas de gestión de un sistema eléctrico complejo que no puede garantizar el suministro si depende solo de tecnologías que carecen de inercia y cuya generación es intermitente, pues está en función de que haya viento o sol. Un sistema eléctrico con mayoría de producción renovable necesita, para su correcto funcionamiento, tener acoplados grupos térmicos convencionales para mantener los valores mínimos de reserva de regulación, efectuar la regulación continua de tensión y prevenir contingencias fuera de rango que afectan al suministro. La energía nuclear suple las bajadas de producción renovable cuando se produzcan y ayuda a mantener estable la frecuencia del sistema, con lo que se garantiza el equilibrio entre oferta y demanda sin emitir CO_2. Confiar, para ello, sólo en la hidráulica, aun incluyendo bombeo, es una quimera en la situación española.

La electricidad producida o es consumida en el instante o se almacena (y estamos lejos de tener un sistema de almacenamiento de renovables a la escala necesaria), se exporta (y nuestro sistema de conexiones eléctricas es muy limitado, aunque se ampliará cuando entre en funcionamiento la conexión con Francia por el Golfo de Vizcaya prevista para 2027, aunque acumula retrasos) o se desperdicia (los vertidos de renovables, energía que pudiendo generarse no se genera por no tener destino en ninguno de los anteriores). La necesidad técnica de asegurar un suministro estable y con tensión suficiente para el funcionamiento de la red se cubre actualmente en España con gas, hidráulica y nuclear. Renunciar a la nuclear significaría, pues, cubrir su hueco con gas (emisor) o con hidráulica, lo que requeriría fuertes inversiones en nuevos pantanos y en centrales de bombeo, a expensas siempre de las recurrentes sequías.

El tercer gran argumento para mantener en funcionamiento las centrales nucleares en España más allá del calendario de cierre previsto es de prudencia. El PNIEC es una previsión que puede cumplirse, o no. ¿Y si en 2030 las renovables no han llegado a los porcentajes previstos, pero ya tenemos cuatro plantas nucleares cerradas: Almaraz I y II, Ascó I y Cofrentes? ¿Cómo se garantiza, entonces, el suministro eléctrico si no es recurriendo a más gas con sus correspondientes emisiones? El volumen de inversiones privadas exigidas para conseguir el objetivo de eólica y fotovoltaica previsto en el PNIEC es muy importante. Y se supone que tendrá lugar a pesar de los problemas con el almacenamiento y los riesgos de que ello signifique más vertidos y periodos frecuentes de precio cero o muy bajo. Ante esta incertidumbre y, a pesar de las cuantiosas subvenciones, ¿tendremos el volumen de inversiones, terrenos y conexiones necesarias y a tiempo?

Mantener en funcionamiento nuestro parque nuclear más allá de 2035 es, por tanto, hoy, una cuestión de sensatez y prudencia, como reconoce Draghi cuando en su reciente Informe pide, explícitamente, que no se cierren, en Europa, centrales nucleares en funcionamiento. Su cierre afectaría de forma especial, por la configuración de las redes, a la Comunidad de Madrid, Cataluña y Comunidad Valenciana, tres de las zonas españolas más industrializadas y donde existe mayor previsión de crecimiento de la demanda eléctrica.

Si es así, ¿por qué el Gobierno aprueba, hace pocos meses, un nuevo Plan General de Residuos Radiactivos que insiste en mantener el calendario de cierre previsto? Y, todavía más: ¿por qué las compañías eléctricas dueñas de las nucleares en España firmaron con el Gobierno en 2019 el Protocolo de cierre escalonado de las mismas hasta su fin en 2035?

Por parte del Gobierno, y si descartamos una obstinación dogmática más allá de lo esperable en gestores del interés público, respondía a su programa electoral (aunque los ecologistas criticaron el calendario de cierre por ir más allá de lo prometido), heredero de una propuesta incluida, por primera vez en un programa socialista, en el 2000 y que, lógicamente, no podía tener en cuenta todo lo que ha pasado en el mundo desde entonces, incluyendo la prioridad en reducir emisiones de CO_2, frente a otras preocupaciones que pierden fuerza ahora. En ese sentido, revisar el calendario y permitir que las actuales instalaciones puedan alargar su vida efectiva otra década, siempre que se cumplan las medidas de seguridad vigiladas por el Consejo de Seguridad Nuclear, sería un ejercicio de prudencia coherente con las decisiones que están adoptando el resto de países del mundo y entendible por la población española, que empieza a manifestar su temor porque el cierre signifique pérdida de puestos de trabajo y riqueza en amplias zonas del país.

Por parte de las compañías, su firma en el Acuerdo de cierre es consecuencia de las condiciones impuestas por el Gobierno para su funcionamiento, que son tan onerosas que les resulta más rentable cerrar que mantenerlas en funcionamiento. La excesiva carga impositiva que recae sobre las instalaciones nucleares, así como la elevada contribución al pago de la gestión de los residuos (la llamada Tasa Enresa, incrementada unilateralmente por el Gobierno después de la firma del Acuerdo), justifican el escaso interés de las compañías por mantener en funcionamiento unas instalaciones que les resultan costosas. Y no por el precio de venta de la energía, sino por toda la carga impositiva impuesta por el Gobierno. Si la política energética la decide el Gobierno y lo sensato y prudente es alargar la vida efectiva de las instalaciones, se deberá revisar de forma drástica toda esta carga para permitir que mantenerlas en funcionamiento vuelva a ser rentable para las empresas privadas dueñas de las mismas.

En ese esfuerzo de pragmatismo y alineamiento con el resto de países europeos en lo relativo al papel esencial de la nuclear en la transición limpia que le pedimos al Gobierno y sobre el que ya se han pronunciado a favor varias comunidades autónomas afectadas, dirigentes empresariales y sindicales, así como una parte importante de grupos parlamentarios, se debería considerar la posibilidad de autorizar nuevas instalaciones del tipo de los minireactores de nueva tecnología, conocidos como SMR, por el que están apostando ya varios países y grandes consumidores como los centros de datos y que están revolucionando el mundo energético por su seguridad, autonomía, versatilidad y garantía de suministro. También son reseñables los avances tecnológicos producidos en un tratamiento y gestión más seguros de los residuos radiactivos. La industria nuclear española está bien posicionada en estas nuevas tecnologías y apoyarla sería exigible, por seguridad estratégica, a cualquier Gobierno de este siglo XXI tan turbulento y disruptivo.

Los movimientos geopolíticos mundiales en marcha y los previsibles a corto plazo nos han hecho revisar ya muchas de las certezas y seguridades anteriores que se han disuelto en el aire. Si una adecuada capacidad de resiliencia es exigible en estos momentos convulsos donde golpea el clima, renacen las guerras, se agrieta la globalización y suben quienes aspiran a debilitar la Unión Europea, recuperar la energía nuclear como una herramienta necesaria para España sería estar a la altura de las necesidades del país, en una decisión de Estado que debería aprobarse en el Congreso de los Diputados a iniciativa del Gobierno.

Una política de Estado llevaría en esta materia, hoy en España, a adoptar tres decisiones:

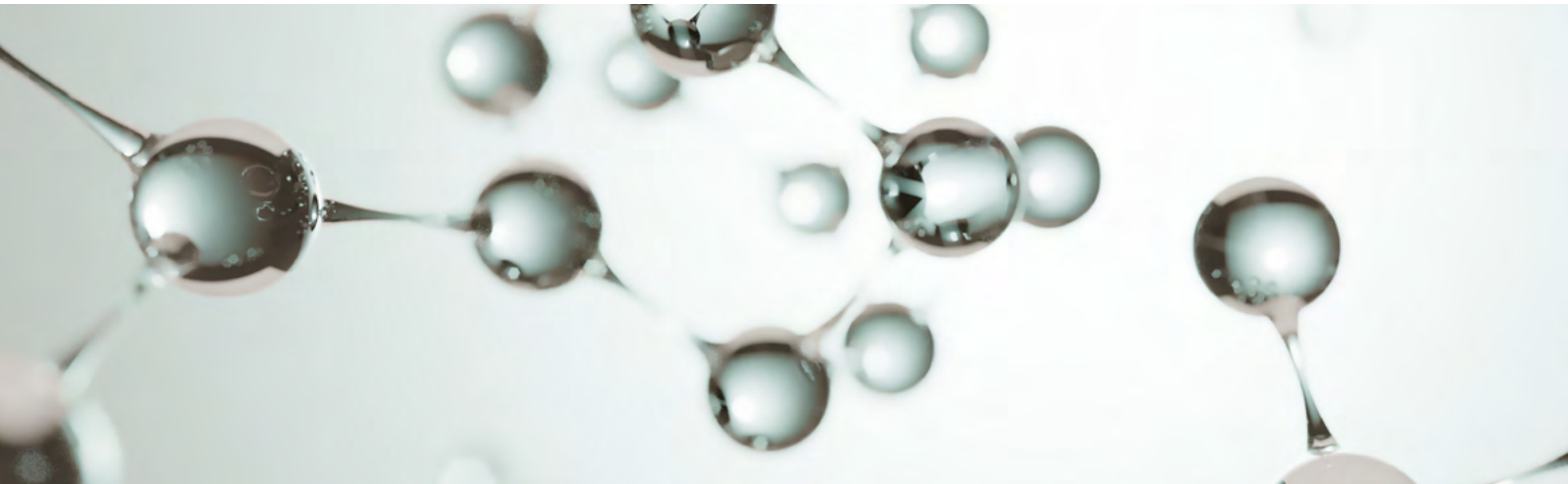
- Alargar diez años la vida activa de nuestras instalaciones nucleares, exigiendo las inversiones necesarias para, en su caso, seguir garantizando la máxima seguridad.
- Revertir la excesiva carga fiscal que actualmente soporta esta fuente de energía, estableciendo las condiciones que permitan su correcto funcionamiento, con el beneficio debido a toda inversión privada.
- Definir las condiciones en que se autorizará la instalación de nuevos minireactores SMR.

Alineando, con ello, a España a la nueva política energética europea y mundial, manteniendo empleo y el conocimiento acumulado en el sector, reforzando nuestra lucha contra el cambio climático, reduciendo nuestra dependencia energética exterior y evitando riesgos innecesarios en algo tan esencial como el suministro eléctrico.

Como reconocía la candidata española a vicepresidenta de la Comisión Europea en el cuestionario de idoneidad realizado por el Parlamento Europeo, el uso de la nuclear en Europa es necesario y los nuevos SMR "garantizan una sólida cadena de suministro". Si es necesario para Europa, ¿por qué no lo va a ser para España?

JORDI SEVILLA

Nota: LLYC tiene clientes en el sector energético, incluyendo el nuclear. Sin embargo, no han participado en la selección de expertos o fuentes para este informe ni en las conclusiones del mismo.



EL CAMBIO DE TENDENCIA SE HA CONSUMADO

La publicación del Informe Draghi ha supuesto, para el sector nuclear, la culminación de un progresivo cambio de tendencia que se ha venido gestando en los últimos cinco años en el ámbito europeo y mundial. Desde que en 2019 Ursula von der Leyen situase el Pacto Verde Europeo como el pilar sobre el que se basaría la actividad política de la Comisión Europea, han sido continuas las iniciativas y los llamamientos que buscan relanzar la producción de la energía nuclear en algunas de las principales economías del mundo, tanto dentro como fuera de la Unión Europea.

En esta progresiva evolución de la percepción de la energía nuclear, los países han recorrido distintos caminos que han desembocado en la misma conclusión: la energía nuclear es necesaria para la reducción de emisiones y para la estabilidad de la producción eléctrica. Algunos países han reforzado el planteamiento con el que ya venían contando en las últimas décadas, como es el caso de Francia. Otros, como Suecia o República Checa, han iniciado ahora los trámites para incrementar su producción nuclear en los próximos años. Incluso otros Estados, como Bélgica, han decidido rediseñar su planificación nuclear, manteniendo abiertas hasta 2035 dos centrales nucleares cuyo cierre había sido previsto en un plan anterior para el 2025. Por otra parte, Polonia, que pretende reducir su dependencia del carbón, tiene como objetivo la construcción de seis nuevos reactores, apostando por la energía nuclear en lugar de las renovables, ya que tienen una operación del sistema más sencillo. En este contexto, España es, actualmente, el único país europeo que tiene previsto cerrar sus generadores activos y renunciar a la energía nuclear de manera definitiva. Aunque la elección del mix eléctrico es una competencia exclusiva de los Estados Miembros, lo cierto es que las distintas instituciones de la Unión Europea han reiterado la importancia de la energía nuclear para cumplir los objetivos comunitarios en materia medioambiental.

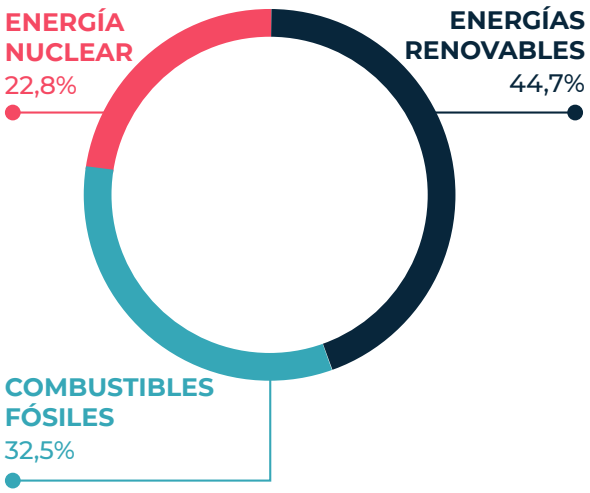
Pero no son solo los decisores públicos los que han experimentado un cambio positivo hacia la energía nuclear, sino que también se ha podido observar en el ámbito económico y empresarial. En este sentido, importantes fondos de inversión se han fijado en la energía nuclear para sus operaciones financieras y numerosos estudios realizados por las principales consultoras multinacionales destacan la relevancia de esta fuente energética para alcanzar los objetivos de descarbonización. Por otra parte, grandes empresas tecnológicas americanas han establecido a la energía nuclear como la prioritaria para desarrollar sus proyectos relacionados con la inteligencia artificial y los centros de datos. Incluso conocidos empresarios americanos han defendido públicamente la energía nuclear como el medio más estable para poder avanzar en la sostenibilidad energética al mismo tiempo que no se pierde competitividad. Entre ellos, cabe destacar a Bill Gates, Sam Altman, Elon Musk o Peter Thiel.

Este aumento del apoyo a la energía nuclear por parte de organismos políticos y del sector empresarial mundial tiene un refrendo en la opinión pública, que, cada vez con mayor claridad, exige una planificación energética pragmática, que aúne la lucha contra el desafío climático, pero, al mismo tiempo, no suponga un frenazo económico o una pérdida de competitividad. En el contexto europeo, este cambio de visión social respecto a la cuestión energética ha venido de la mano de la crisis de precios causada por el inicio de la guerra en Ucrania y por la necesidad de avanzar en la autonomía estratégica, tratando de no depender de combustibles que los Estados miembros no poseen, como el gas.

INFORME DRAGHI: UNA CUESTIÓN DE PRAGMATISMO

Las conclusiones del Informe Draghi han sacudido los cimientos del proyecto europeo, tanto por la vehemencia con la que urge a iniciar una profunda reforma en la política europea como por los importantes esfuerzos políticos, económicos e industriales que dicha reforma traerá consigo. Además, la transformación que exige a Europa abarca numerosos sectores, siendo algunos de ellos pilares de las economías de los Estados miembros o formando parte de la soberanía nacional. De esta manera, se señala la necesidad de introducir cambios en sectores como el energético, el de defensa, el automovilístico o el digital, entre otros. Por otra parte, este informe no es un documento aislado, sino que ha contado con el aval de la Comisión Europea. Servirá, por tanto, como hoja de ruta para las medidas que se desplegarán durante la legislatura europea que acaba de comenzar, estableciendo el marco que respalde la política que desarrollará el equipo de Ursula von der Leyen hasta 2029, también desde el punto de vista presupuestario y de inversión.

MIX ELÉCTRICO DE LA UNIÓN EUROPEA EN 2023



Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat.

La idea general que marca el informe es un cambio de rumbo en las prioridades de la Comisión Europea, aumentando el peso de la competitividad de la industria y la empresa europeas frente a la acción climática. No significa abandonar completamente las metas de descarbonización, sino evitar que perseguir los objetivos climáticos suponga quedarse atrás y, por tanto, ser dependiente de las dos potencias mundiales, Estados Unidos y China. Por ello, el objetivo planteado es que la Unión Europea cuente con las tecnologías necesarias para lograr la descarbonización, incluyendo la producción de energía. Al mismo tiempo, dicha producción más limpia no debe implicar un aumento de su coste, pues entonces se restaría competitividad. De manera complementaria, esta mayor competitividad debe ir asociada a una mayor autonomía y una mayor garantía de suministro, que, en el ámbito de la energía, va ligada a la capacidad de contar con materias primas propias o, al menos, lo más diversificadas posibles. Los recursos renovables, como el viento o la luz solar, no son directamente gestionables por el ser humano, por lo que no suponen un aumento de la autonomía estratégica de la Unión o una mayor garantía de suministro, si no disponen de una potencia firme de respaldo.

Ante estos objetivos y en el contexto en el que el documento enmarca la precaria situación de Europa, el informe Draghi solicita mantener el suministro de energía nuclear e, incluso, acelerar el desarrollo de nuevas tecnologías nucleares, haciendo referencia a potenciales nuevas realidades como los Small Modular Reactors (SMR). El estudio señala que, aunque en la actualidad son doce miembros del club comunitario los que utilizan esta energía, las unidades nucleares están en una fase madura de su vida operativa y la construcción de nuevas centrales se ha desacelerado. Por otra parte, en el conjunto de la Unión y debido a la mayor penetración de otras fuentes de energía, el porcentaje de producción nuclear sobre el total ha pasado del 34 al 23% en apenas veinte años Esta evolución despierta preocupación, puesto que "la energía nuclear puede contribuir, junto con el despliegue generalizado de energías renovables y otras tecnologías, a alcanzar los objetivos climáticos de la UE y a reforzar la seguridad del suministro"[1]. En este sentido, recuerda que este tipo de energía es

[1] The future of European competitiveness. Part B | In-depth analysis and recommendations (p. 20).

neutra en la emisión de gases de efecto invernadero, no intermitente y con ciclos largos en sus cadenas de suministro, lo que limita los riesgos de dependencia exterior. Una de las principales tareas que el informe señala para los Estados miembros es el de mejorar la innovación y la consecución de nuevas soluciones tecnológicas en todos los ámbitos posibles. Esto también tiene su aplicación en el sector nuclear, puesto que las recomendaciones no se limitan a defender la infraestructura nuclear actual, sino que piden ir un paso más allá e introducir la nueva generación de tecnologías nucleares para poder conseguir una generación más versátil que conviva en un contexto de alta penetración de energías renovables, de manera que exista una tecnología base estable que asegure contar con producción de energía eléctrica en todo momento.

El informe Draghi pide extender la vida operativa de las centrales nucleares, construir nuevos reactores y llevar al mercado una nueva generación de centrales

En la práctica, esto supone extender la vida operativa de las centrales nucleares, construir nuevos reactores utilizando tecnologías consolidadas y llevar al mercado una nueva generación de centrales, entendiendo que este último punto tendría impacto a partir de la próxima década. Sobre esta tecnología de nueva generación, el informe reconoce algunas ventajas

The relevance of 'new nuclear' for the future of the energy system

Currently, twelve Member States[18] use nuclear energy to produce low-carbon electricity at 100 power reactor units (96 GW total installed net capacity). This accounted for around 23% of the EU's total electricity production in 2023. This figure was 34% in 2004. The EU's nuclear power plants are aging, and new construction has significantly slowed.

Nuclear energy can contribute alongside the widespread deployment of renewables and other technologies to meeting the EU's climate goals and shoring up the security of supply. At the same time, the deployment of nuclear energy helps to ensure a reliable supply and to promote the EU's leadership in the nuclear industry. Nuclear energy has the advantage of being a source of energy which is neutral in the output of greenhouse gases, non-intermittent and with long cycles on its supply chains limiting dependency risks. 'New nuclear' could further play a role in integrated energy systems with a high penetration of renewables by providing flexible generation[19]. Moreover, the new generation of nuclear technologies can contribute to building a competitive technological supply chain in the EU.

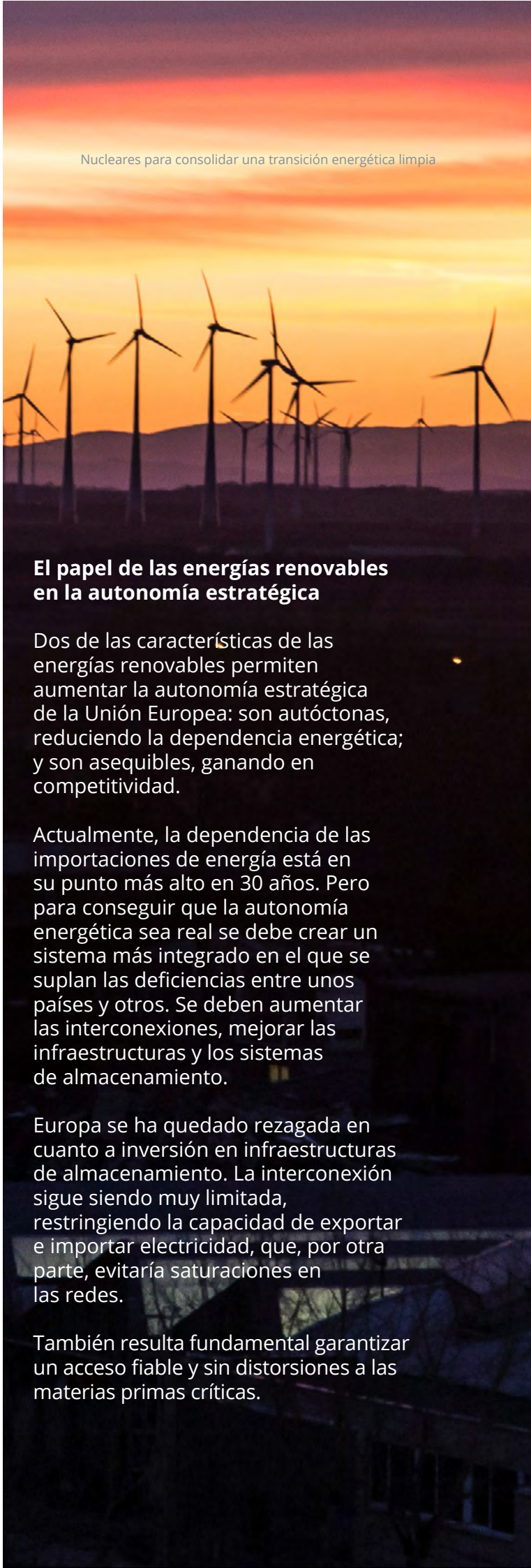
In analysing the role of nuclear, three different areas for action need to be distinguished:

- **Extending the lifetime of the existing fleet of reactors to maintain low carbon supply, provided the safety case can be demonstrated.**
- **Building new nuclear reactors using established technologies.** To make nuclear power a cost-efficient energy source, costs need to be kept under control (the LCOE of nuclear has increased by 46% from USD 123/MWh in 2009 to USD 180/MWh in 2023 according to data from Lazard and BNEF, above the LCOE of other most common clean power sources).
- **Bringing a new generation of nuclear reactors to the market, including small modular reactors (SMRs)[20].** This would only have an impact on supply in the medium term as most deployment plans in Europe are expected from the next decade onwards.

respecto a los reactores tradicionales, como un menor coste en su implementación, una menor huella ambiental y sin las restricciones de ubicación con las que cuentan las grandes centrales. Para avanzar en estos SMR, se anima a cooperar entre los distintos Estados y a tener las capacidades suficientes para poder llevarlos a cabo en la década de 2030 de manera autónoma. En este sentido, la Alianza Industrial Europea de Small Modular Reactors, que se configuró en 2024 con el objetivo de desarrollar esta tecnología lo antes posible, es un ejemplo de la colaboración público-privada que demanda el informe para poder aumentar la competitividad industrial y tecnológica de la Unión.

Finalmente, además de animar a continuar en el uso de la energía nuclear, también se insta a desvincular la remuneración de las energías renovables y la energía nuclear de los combustibles fósiles mediante contratos a largo plazo (PPAs) y contratos por diferencias (CfDs), limitando así el impacto del gas natural en los precios de la electricidad. De esta manera, la energía nuclear se convierte en aliada para regular mejor los precios de la electricidad, beneficiando a la industria europea frente a sus competidores.

El informe Draghi viene a respaldar la tecnología nuclear porque puede ayudar a reducir las carencias que afectan a Europa, reforzando la competitividad, avanzando en innovación tecnológica y todo ello sin dejar de ser ambiciosos en los objetivos de descarbonización. En definitiva, el informe es, en líneas generales, una petición de pragmatismo y realismo a los Estados miembros en distintos aspectos. En la cuestión nuclear, el país que debería darse más por aludido es España, puesto que Draghi indica la dirección contraria a la que se está moviendo nuestro país con su política energética.



El papel de las energías renovables en la autonomía estratégica

Dos de las características de las energías renovables permiten aumentar la autonomía estratégica de la Unión Europea: son autóctonas, reduciendo la dependencia energética; y son asequibles, ganando en competitividad.

Actualmente, la dependencia de las importaciones de energía está en su punto más alto en 30 años. Pero para conseguir que la autonomía energética sea real se debe crear un sistema más integrado en el que se suplan las deficiencias entre unos países y otros. Se deben aumentar las interconexiones, mejorar las infraestructuras y los sistemas de almacenamiento.

Europa se ha quedado rezagada en cuanto a inversión en infraestructuras de almacenamiento. La interconexión sigue siendo muy limitada, restringiendo la capacidad de exportar e importar electricidad, que, por otra parte, evitaría saturaciones en las redes.

También resulta fundamental garantizar un acceso fiable y sin distorsiones a las materias primas críticas.

COMPETITIVIDAD + CAMBIO CLIMÁTICO = ENERGÍA NUCLEAR

Pero el documento atribuido al expresidente del Banco Central Europeo es solamente la última parada de un viaje que se inició en 2019. El cambio de percepción experimentado en torno a la energía nuclear se ha visto condicionado por numerosos factores, que han impulsado las ventajas de una energía que, hasta ese momento, se había visto muy condicionada por un juicio más basado en la variable ideológica que en la técnica o pragmática. Entre los factores más influyentes encontramos el factor geopolítico (autonomía estratégica), el económico (precios de la energía), el medioambiental (reducción de emisiones) o el industrial (producción estable), entre otros.

Cuando Ursula von der Leyen inició el discurso de apertura en la sesión plenaria del Parlamento Europeo en el mes de julio de 2019, señaló que "nuestro reto más acuciante es mantener nuestro planeta saludable"[2] . Por ese motivo, se establecía como objetivo que Europa se convirtiese en un continente climáticamente neutro en 2050. Para lograrlo, se comprometió a proponer un Pacto Verde para Europa y a presentar la primera Ley Europea sobre el Clima. De esta manera, establecía las bases de la legislatura y marcaba con claridad cuál sería su prioridad para los próximos cinco años. Algunos de los acontecimientos que acompañaron a Europa durante los años siguientes mostraron las debilidades del club comunitario y aceleraron, pero también modificaron, algunas de las premisas que se habían diseñado. Ya con la llegada de la pandemia de coronavirus unos meses después de la elaboración de este discurso se observaron las primeras ineficiencias del modelo europeo y esto obligaría a que, con el paso de los años, cada vez fuese más de la mano la agenda verde con la competitividad económica e industrial. El informe Draghi ha sido la culminación de este ideal.

En junio de 2020, esta aspiración política de la presidenta de la Comisión Europea se tradujo en el Reglamento (UE) 2020/852 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles o más comúnmente conocido como "taxonomía europea". El principal objetivo de esta taxonomía era crear un sistema de clasificación que estableciese una lista de actividades económicas sostenibles desde el punto de vista medioambiental con criterios uniformes en toda la UE. En la práctica, el hecho de que una determinada actividad estuviese o no incluida en esta clasificación provocaba, entre otras cosas, que pudiese contar o no con financiación o subvenciones públicas para su desarrollo. Ni en esta primera versión ni en su actualización de junio de 2021, que completaba y desarrollaba el texto del año anterior, la energía nuclear estuvo incluida.

> **En febrero de 2022, la Comisión Europea aprobó que la energía nuclear apoyase en la transición hacia un camino basado predominantemente en energías renovables**

Pero a lo largo del año 2021, el panorama energético europeo se fue complicando. Entre las causas, se observa la recuperación de la demanda tras la pandemia y los problemas en las cadenas de suministro y en las infraestructuras de distribución energética. Los precios de la energía fueron ascendiendo hasta niveles históricos, marcando sus máximos a finales de año, y estuvieron caracterizados por una continua fluctuación, produciendo una constante inestabilidad para la industria y los hogares europeos. En este contexto, 2022 se inició con intensos debates dentro de la Comisión y entre los distintos Estados miembros sobre la inclusión o no de la energía nuclear y del gas dentro de la taxonomía europea.

El punto de inflexión para la aceptación de la energía nuclear en Europa se dio en el mes de febrero de 2022. Por un lado, el día dos, la Comisión Europea aprobó el Acto Delegado Complementario sobre Clima para acelerar la descarbonización, es decir, la inclusión de la energía nuclear y del gas dentro de esta clasificación. Ya desde ese momento, la Comisión definió claramente el rol que la nuclear debía tener para conseguir que Europa se convirtiese en un continente

[2] https://commission.europa.eu/system/files/2019-07/opening-statement-plenary-session_es.pdf (p. 5)

climáticamente neutro en 2050. La energía nuclear apoyaría en la transición hacia un camino basado predominantemente en energías renovables. De esta manera, no se establecían contraposiciones entre la nuclear y la renovable, sino que se abría un camino en donde ambas fuesen complementarias, especialmente para garantizar la estabilidad de suministro y de precios.

El segundo factor que modificó la perspectiva sobre el sector energético en Europa fue el inicio de la guerra en Ucrania. El gas se encareció enormemente, la Unión Europea entendió la necesidad de contar con fuentes de energía diversificadas y se impulsó el avance de medidas que permitiesen a los Estados miembros contar con una mayor autonomía estratégica en el ámbito de la energía. De nuevo, la energía nuclear se mostró como una solución que estabilizase los precios y, aunque no de manera absoluta, permitía aumentar la autonomía y diversificación, puesto que el uranio se debe adquirir con años de previsión y existen más países exportadores de este material. De una manera cada vez más tangible, desde las instituciones europeas se entendía la importancia de adaptar la neutralidad climática a los nuevos escenarios geopolíticos y a las crecientes necesidades que los sistemas económicos e industriales de los países socios sentían.

Con esta finalidad de eliminar la dependencia europea de las importaciones rusas, la Comisión Europea impulsó en mayo de 2022 el Plan REPowerEU. Al objetivo de neutralidad climática, se añadían los de diversificación de fuentes de generación eléctrica y de ahorro de energía. Mientras que el gas reducía su protagonismo, la energía nuclear reforzaba su posición, a través del llamado "hidrógeno rosa", puesto que era considerado clave en la sustitución del gas natural, el carbón y el petróleo para las industrias de difícil descarbonización y en el transporte. La crisis provocada por la guerra en Ucrania cerró el debate sobre la sostenibilidad de la energía nuclear y comenzó una fase de renacimiento, impulsado por varios Estados europeos. De hecho, en julio de 2022, el Parlamento Europeo y el Consejo avalaron definitivamente la inclusión de la energía nuclear en la taxonomía europea.

EVOLUCIÓN % DE RENOVABLES EN EL MIX DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DE UE-27 Y ESPAÑA DE 2004-2022 Y PROYECCIONES A 2030

Fuente: Datos de Eurostat y PNIEC 2023-2030 extraídos del informe La regulación del mercado eléctrico mayorista ante el nuevo entorno europeo, de EY y Fundación Naturgy.

Desde ese momento, han surgido varias iniciativas que buscan promocionar el futuro de la energía nuclear. Entre ellas, cabe destacar la constitución de la Alianza Nuclear en febrero de 2023, formada por 16 países[3] y que tiene como objetivo que la energía nuclear sea reconocida como estratégica y se aumente la cooperación entre países para su desarrollo. También encontramos la Alianza Industrial Europea para Pequeños Reactores Modulares, impulsada por la propia Comisión Europea en febrero de 2024, para contar ya en la década de los 30 con la tecnología de estos mini reactores. Con estos proyectos, las instituciones europeas tratan de avanzar hacia una cadena de suministro energético más autónoma e innovadora, que se adapte mejor a la situación de cada uno de los Estados miembros y genere empleo e inversión.

En los últimos compases de la novena legislatura europea, se continuó con este trascendente cambio. En diciembre de 2023, el Consejo Europeo aprobó la inclusión de la energía nuclear y de otros combustibles sostenibles alternativos entre las tecnologías estratégicas para el paquete del Net Zero Industry Act. De esta manera, la energía nuclear se puede beneficiar de mejores condiciones de financiación y de procedimientos de licenciamiento optimizados, además de que se promueva que la tecnología nuclear sea fabricada dentro de la Unión Europea. Menos de tres meses después, la presidenta del Banco Europeo de Inversiones, Nadia Calviño, cambiaba la postura del mayor prestamista multilateral del mundo, que desde 1987 rechazaba la financiación de nuevos proyectos de generación nuclear, con el fin de aprovechar todas las tecnologías al alcance de los Estados miembros. Por su parte, en marzo de 2024, Ursula von der Leyen defendió en la primera Nuclear Energy Summit el importante papel de la energía nuclear en la transición energética. Además, invitaba a los Estados miembros a considerar la prolongación de la operación de sus centrales.

En definitiva, lo que se puede observar es que en apenas cuatro años (2021-2024), la percepción de la energía nuclear ha cambiado sustancialmente. Si al principio de la primera administración de von der Leyen la energía nuclear no contaba entre las principales energías que podían contribuir a la transición energética, en la actualidad se considera actividad indispensable para poder alcanzar los objetivos climáticos y, al mismo tiempo, no perder fortaleza industrial. El tándem entre energías renovables y energía nuclear es el que mejor aúna las que han sido las dos últimas prioridades de las dos últimas comisiones: descarbonización y competitividad.

> **El tándem entre energías renovables y energía nuclear es el que mejor aúna las prioridades de descarbonización y competitividad**

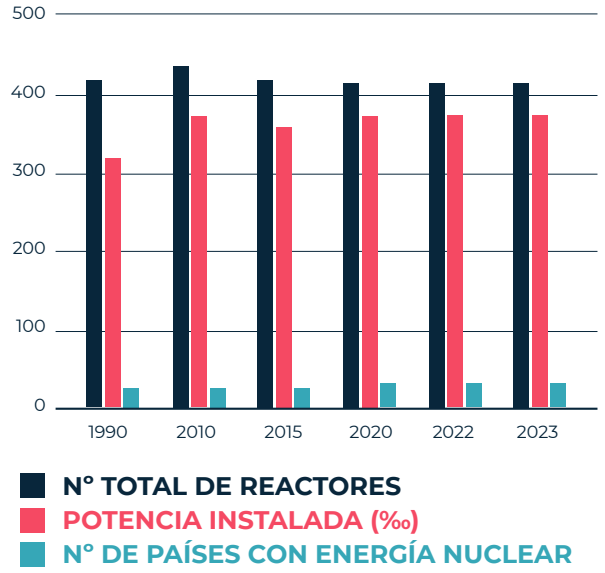
[3]Bélgica, Bulgaria, Croacia, República Checa, Estonia, Finlandia, Francia, Hungría, Lituania, Países Bajos, Polonia, Rumanía, Eslovenia, Eslovaquia, Reino Unido e Italia.

(CASI) TODOS LOS PAÍSES DEL MUNDO ESTÁN DE ACUERDO EN ALGO

En este análisis de la situación mundial de la energía nuclear es fundamental tener en cuenta que el mix eléctrico es competencia de cada Estado, incluso para los miembros de la Unión Europea. Todos los Estados son soberanos de elegir sus capacidades energéticas. Por ese motivo, se hace necesario realizar un repaso más pormenorizado de la situación actual en distintas regiones del mundo.

Pese a que el sector nuclear se suele caracterizar por su estabilidad, se pueden observar algunos cambios en los últimos 30 años que permiten vislumbrar una cierta evolución que muestra el vigor que sigue teniendo esta tecnología a nivel mundial. Aunque el número de reactores en operación se ha mantenido prácticamente inalterado desde 1990, cuando había 416 activos por los 413 de la actualidad, la potencia instalada se encuentra en su nivel más alto, superando los 372.000 MWe. Esto indica que, con un menor número de generadores, es posible producir más energía de este tipo, confirmando así que existe un avance tecnológico con los nuevos reactores, siendo más eficientes y seguros. Por otra parte, el número de países que cuentan con energía nuclear tampoco se ha visto sustancialmente modificado, aunque ha crecido de 29 a 33 países[4].

NÚMERO TOTAL DE REACTORES, POTENCIA INSTALADA Y NÚMERO DE PAÍSES CON ENERGÍA NUCLEAR



Fuente: Elaboración propia con datos de World Nuclear Association.

Aparte de los 413 reactores activos que existen en la actualidad, hay 59 generadores en construcción, además de los que se encuentran propuestos y en fase de estudio. A nivel mundial, Europa sigue liderando el número de centrales, con 167, debido especialmente al tirón de Francia (56) y Rusia (36). Como señala el informe Draghi, el ritmo de construcción de nuevas centrales se ha visto frenado en los últimos años, probablemente por el elevado coste que implica. La alta inversión que supondrían nuevas centrales ha hecho que todos los países europeos que cuentan con centrales, salvo España, hayan decidido prorrogar la actividad de, al menos, algunos de sus reactores. Los países del este de Europa, más dependientes de las materias primas rusas y del carbón, son los que más interés han mostrado en avanzar hacia nuevas soluciones nucleares, bien sea con reactores tradicionales o con los futuros SMR.

> **Salvo España, todos los países europeos que cuentan con centrales nucleares han decidido prorrogar la actividad de algunos de sus reactores**

En Europa, durante los últimos años, han aparecido diversas propuestas que buscan impulsar la participación de la energía nuclear en los mix eléctricos de los Estados miembros. Para ello, cada Estado apuesta por una estrategia distinta. Uno de los casos más paradigmáticos es el de Bélgica, que había decidido cerrar sus seis centrales nucleares activas en 2025, después de que la producción nuclear fuese históricamente la mayoritaria en su mix, más de un

[4] https://www.foronuclear.org/wp-content/uploads/energia2024/cap.3/03.07.htm

40% del total. Pero en enero de 2023 el Gobierno apostó por prorrogar dos de sus reactores hasta 2035. De esta manera, el país tendrá la capacidad de producir energía estable y asequible que complemente la producción renovable durante este periodo de transición energética. El caso opuesto sería el de Alemania, que en el año 2023 cerró definitivamente su parque nuclear. Esto provocó que en 2021 y 2022 el país aumentase el consumo de combustibles fósiles y, por tanto, sus emisiones de CO_2. Todavía en 2023 Alemania no fue capaz de volver a los niveles de generación de energía limpia del año 2020[5].

Suecia, por su parte, también ha mostrado interés por aumentar su capacidad nuclear, ya que a los seis reactores que existen en la actualidad y que aportan el 30% de la energía del país, se pretende la construcción de otras cuatro centrales, las cuales estarían listas en 2035, aproximadamente. De esta manera, el país escandinavo sigue el modelo checo, que ha financiado la central nuclear que está construyendo a partir de contratos por diferencias, de manera que la inversión y los ingresos sean más estables. Más recientemente, Italia, un país que no cuenta con energía nuclear desde 1990, ha mostrado interés en avanzar en la tecnología de SMR, tratando así de que, para el año 2050, la energía nuclear suponga un 11% del mix eléctrico, con una solución más sostenible y segura que las actuales centrales nucleares.

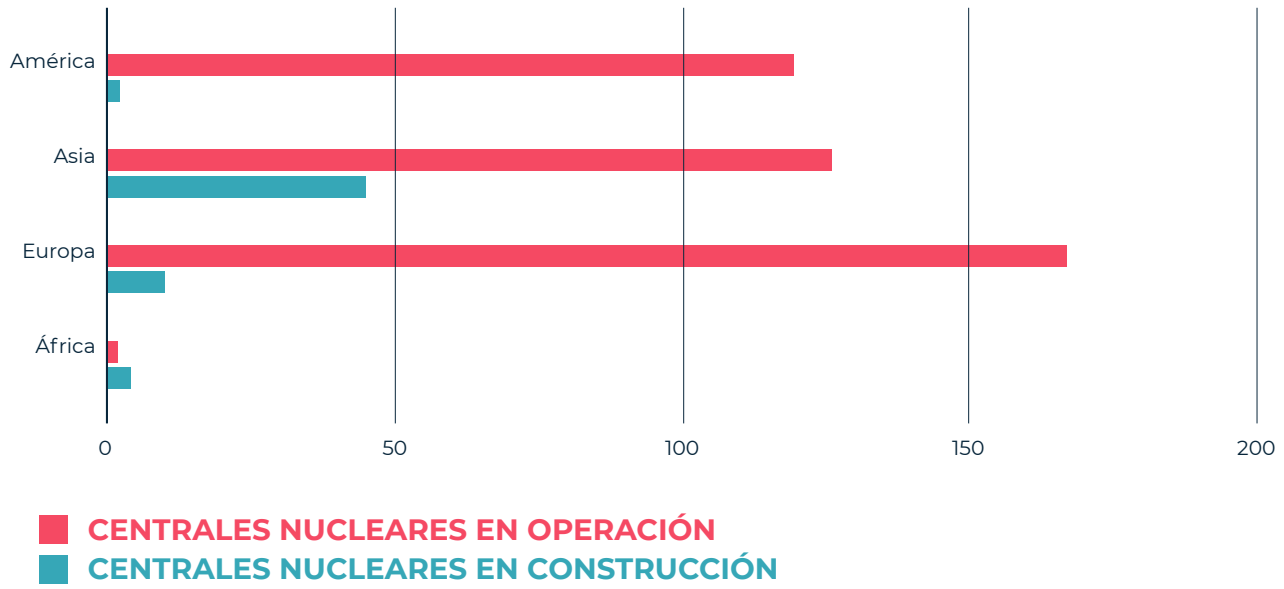
El continente donde el sector nuclear demuestra una mayor pujanza es Asia (126 centrales en operación. China es el país del mundo con mayor cantidad de centrales nucleares en construcción (28), mientras que Corea del Sur (26), India (20) y Japón (12) cuentan también con un parque nuclear amplio. En todo caso, tanto China como la India y Japón siguen siendo demasiado dependientes de los combustibles fósiles, como el carbón y el gas, por lo que el papel de la energía nuclear sigue siendo inferior al 10% en los tres casos. En Corea del Sur, la nuclear, en cambio, aporta un 30% de la producción eléctrica del país[6].

En Asia, al contrario que en Europa, la demanda de energía está creciendo año a año. Por ese motivo, los países están diseñando planes que permitan una mayor producción, que sea estable y no genere emisiones. China no es solo el país que más centrales nucleares tiene en construcción en la actualidad, sino que también es el país que más está innovando en este ámbito, mejorando en seguridad y en potencia. Pese a la crisis producida por el tsunami de Fukushima

[5]Datos extraídos de https://lowcarbonpower.org/es/

[6]Idem.

CENTRALES NUCLEARES EN EL MUNDO



Fuente: Elaboración Propia con datos de PwC.

en 2011, que afectó a una central nuclear, Japón ha anunciado que algunos de los reactores desactivados volverán a estar operativos y que se construirán centrales de cuarta generación. En el año 2010, la energía nuclear contribuía en un 30%, mientras que actualmente apenas llega al 7%[7]. Corea del Sur aprobó en enero de 2023 su décimo Plan de Electricidad, en el que se prevé la construcción de seis nuevos generadores para el año 2033, para tratar de alcanzar que el 34% del mix eléctrico sea producido con energía nuclear. Por su parte, Kazajistán aprobó hace apenas unas semanas por referéndum la construcción de su primera central nuclear, con un apoyo popular del 71%, teniendo como objetivos la reducción de sus emisiones y su dependencia del gas ruso.

Por su parte, en América, la actividad nuclear está prácticamente acaparada por Estados Unidos (94). En menor medida, también cuentan con producción nuclear Canadá (19), Argentina (3), México (2) y Brasil (2). Aunque solamente hay dos centrales en construcción en el continente, Estados Unidos es el país más avanzado en los reactores modulares de última generación y donde más interés e inversión existe por parte de las empresas tecnológicas en tratar de conseguir que los centros de datos y los modelos de inteligencia artificial puedan contar con energía nuclear para su funcionamiento. Además, la inversión actualmente no va tan dirigida a la construcción de nuevas centrales, sino a la posibilidad de que las ya existentes puedan operar durante sesenta o, incluso, 80 años. De las 94 centrales en funcionamiento, 87 podrán operar durante 60 años, en lugar de los 40 planificados inicialmente. De hecho, dos de las ocho centrales que tienen autorización para operar 80 años son *gemelas* a las de Almaraz y Ascó, que solamente cumplirán 44 y 46 años de actividad, si se mantiene el acuerdo firmado entre las empresas propietarias y el Gobierno en 2019. Por tanto, aunque no existe una proyección de crecimiento similar a la que ocurre en Asia, sí es firme el compromiso de seguir contando con la energía nuclear, tanto en su versión tradicional como en la futura basada en reactores modulares.

Por último, el continente africano es el que cuenta con una menor presencia de energía nuclear. Solamente Sudáfrica tiene dos centrales nucleares en operación, aunque Egipto tiene cuatro centrales en construcción. Además, países como Marruecos o Nigeria han mostrado interés y han cerrado acuerdos con Rosatom (empresa rusa de energía nuclear) para un futuro reactor experimental. Incluso los países árabes,

> **Dos de las ocho centrales que tienen autorización para operar 80 años en EE.UU. son gemelas a las de Ascó y Almaraz, que funcionarán solamente 44 y 46 años, si se mantiene el acuerdo vigente**

que cuentan con importantes reservas de petróleo y que tienen un elevado número de horas de sol, están desarrollando tecnología nuclear. Es el caso de Emiratos Árabes Unidos, que tiene ya operativas cuatro centrales.

La conclusión es bastante clara: España es el único país del mundo que va a cerrar todas las centrales nucleares que tiene operativas. Mientras el resto de países apuestan por mantener o desarrollar más, en nuestro país dejaremos de lado una energía que cada vez cuenta con más aceptación entre los países de todos los continentes. Otros países que tienen oportunidades similares a España respecto de las energías renovables también apuestan por tener un cierto espacio para la nuclear. Quedarse aislado de la corriente internacional puede no ser la estrategia más conveniente en el futuro.

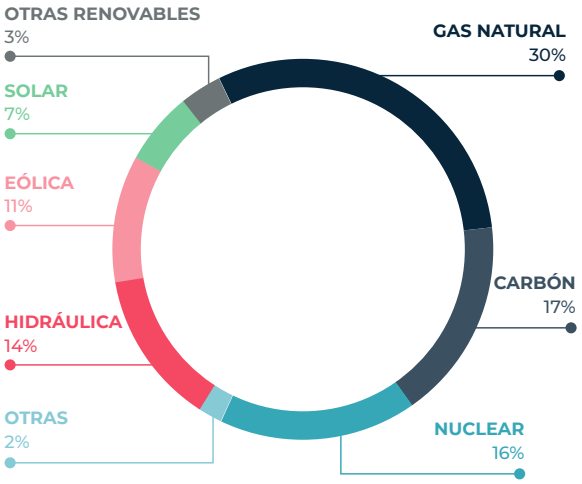
[7]Datos extraídos de https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=JP

LA ENERGÍA NUCLEAR SE PREPARA PARA DAR EL ESTIRÓN

Todas estas iniciativas y proyectos a nivel mundial tuvieron su traslación en el documento de conclusiones de la Conferencia de las Partes (COP) de la Convención Marco sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, celebrada en diciembre de 2023 en Abu Dhabi. La COP28 sintetizó el cambio de percepción que la energía nuclear ha tenido entre la mayor parte de las economías del mundo y fue reconocida por primera vez como aliada para avanzar hacia un mundo descarbonizado y sostenible.

En dichas conclusiones, se declaraba que la energía nuclear tenía la misma importancia que las energías renovables en la lucha contra el cambio climático. Esta

PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA TOTAL DE LA OCDE EN 2023



Fuente: Elaboración propia con datos de la Organismo Internacional de Energía Atómica.

era la primera vez que la energía nuclear era incluida en un documento oficial de la COP y venía a significar que este tipo de energía, al ser una tecnología con bajas emisiones (de hecho está en el mismo orden de magnitud de emisiones de otras renovables), debía ser acelerada para lograr alcanzar los Acuerdos de París. Además, durante esa misma Conferencia medioambiental mundial, 24 países[8] de cuatro continentes distintos acordaron triplicar la potencia nuclear instalada actualmente a nivel mundial para el año 2050. Este compromiso es una evidente muestra del impulso político que existirá en las siguientes décadas para el desarrollo tanto de las soluciones convencionales como de las nuevas tecnologías que ya están diseñadas o que podrán aparecer próximamente. En esta declaración se incluía que los nuevos diseños de centrales nucleares pueden ocupar poco espacio y se pueden emplazar allí donde sea más necesario, especialmente en industrias y fábricas de alto consumo energético. Este modelo supone la mejor complementación con las energías renovables, ya que este tipo de reactores tienen una mayor versatilidad a la hora de producir energía, siendo así una buena fuente de apoyo y de garantía. Finalmente, estos 24 países también pedían a las instituciones financieras internacionales, como el Banco Mundial, el Banco Europeo de Inversiones o el Banco Asiático de Desarrollo, la inclusión de la energía nuclear en sus políticas de financiación energética. Apenas unos meses después, el BEI aprobaba esta inclusión en sus modelos de financiación.

> **No se puede pensar en una sola tecnología, sino que deben integrarse diversas soluciones al mismo tiempo**

Tanto la inclusión de la energía nuclear en el documento de conclusiones de la COP28 como la declaración realizada por 24 países para triplicar la potencia nuclear vienen acompañados por las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), que afirma que en el año 2025 la generación de energía eléctrica de origen nuclear alcanzará su máximo histórico hasta la fecha[9], creciendo un 3,5% el año próximo a nivel mundial, siendo impulsada especialmente por China, quien crecerá un 9%. En todo caso, el cálculo del Organismo Internacional de Energía Atómica para el año 2050 todavía no refrenda que para 2050 se triplique la potencia actual, sino que predice que se multiplicará por 2,5 en el escenario más favorable[10]. En todo caso, el crecimiento es indudable y la apuesta es firme.

[8]Armenia, Bulgaria, Canadá, Corea del Sur, Croacia, Emiratos Árabes Unidos, Eslovaquia, Eslovenia, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Ghana, Hungría, Japón, Marruecos, Moldavia, Mongolia, Países Bajos, Polonia, Rumanía, Reino Unido, República Checa, Suecia y Ucrania.

[9]https://iea.blob.core.windows.net/assets/234d0d22-6f5b-4dc4-9f08-2485f0c5ec24/ElectricityMid-YearUpdate_July2024.pdf

[10]https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-1-44_web.pdf

Para la próxima COP29, que se celebra del 11 al 22 de noviembre en Bakú (Azerbaiyán), la Unión Europea ha consensuado entre sus Estados miembros su mandato negociador. En él, el club comunitario defenderá la aceleración de las tecnologías de cero y bajas emisiones. Aunque no se realiza una mención explícita a la energía nuclear, sí que queda incluida entre estas tecnologías "limpias" y ya no es solamente el impulso particular de determinados Estados miembro sino que cuenta con el respaldo de las instituciones europeas en su conjunto, incluso pese a las reticencias de algunas de las grandes economías de la Unión, como Alemania o España.

Además, el director general de la AIE animó, a inicios de 2024, a que todos los países mantengan o incluyan en sus mix eléctricos la energía nuclear, calificándola de "impecable". La reducción de emisiones y la independencia respecto de terceros países son dos de los principales factores señalados por Fatih Birol para remarcar la relevancia de la nuclear en el sistema energético. España, en este aspecto, desoye a los expertos internacionales con su plan de cierre previsto por el Gobierno. El director general de la Agencia Internacional de la Energía reconoció algunos de los desafíos de la energía nuclear, como es el de los residuos, pero aclaró que estos pueden ser abordados y que no es motivo suficiente para desechar esta tecnología. Por otra parte, enfatizó la combinación entre energías renovables y energía nuclear, siendo este un tándem de colaboración necesario para contar con energía segura, asequible y estable que permita responder a las crecientes demandas de energía que habrá en distintas regiones del mundo en el futuro.

Este posicionamiento lo refrendan otros estudios elaborados por empresas privadas o consultoras especializadas. En el informe anual que realiza BP, Energy Outlook 2024[11], calcula que, siguiendo con la trayectoria actual, la energía nuclear alcanzará el 20% de la aportación mundial de electricidad en el año 2050. En el mejor de los escenarios, BP sitúa el crecimiento de la energía nuclear al doble de su actual producción para mediados de siglo. Este crecimiento de la nuclear se dará, especialmente, en las economías emergentes, lideradas por China, mientras que las economías más desarrolladas extenderán la vida operativa de los reactores ya existentes o reemplazarán la capacidad desmantelada. También la consultora Mckinsey, en su Perspectiva Energética Mundial 2024, señala que deben tomarse medidas urgentes y acelerar el ritmo del cambio, combinando la transición con la asequibilidad y la seguridad energética[12]. Además, afirma que no se puede pensar en una sola tecnología, sino que deben integrarse diversas soluciones al mismo tiempo. Todo ello se debe a que la consultora americana prevé que en 2050 las emisiones estarán por encima de lo comprometido en el Acuerdo de París, pese a que entre 2030 y 2050 se reducirán las emisiones con respecto a la actualidad. También en este caso, pone el acento sobre las economías emergentes, que serán las que aumenten la demanda de energía en este periodo. Una de las conclusiones del estudio es que la energía nuclear podría desempeñar un papel más importante en los años posteriores a 2050, mientras que el hidrógeno, en cambio, será menos protagonista de lo esperado por sus altos costes de producción. Actualmente, en España se están impulsando más las inversiones en hidrógeno que en energía nuclear.

> **En la COP28, se declaraba que la energía nuclear tenía la misma importancia que las energías renovables en la lucha contra el cambio climático**

El rol de la energía nuclear durante las próximas décadas viene avalado por los estudios y previsiones de numerosas instituciones y empresas, que indican que la energía nuclear experimentará un impulso importante, manteniendo o incluso aumentando su participación en el mix eléctrico mundial. El previsible incremento de demanda eléctrica, bien sea por mayores tasas demográficas, nuevos usos intensivos de la electricidad, desarrollo de coches eléctricos o crecimientos económicos, provocará la necesidad de contar con energía estable y que no genere emisiones de carbono. El hecho de que China aumente su participación en la energía nuclear abrirá la posibilidad a que se avance en la innovación de esta tecnología, por lo que, a la espera de que puedan aprovecharse nuevas aplicaciones de la energía nuclear, convendría mantener este conocimiento en España para evitar quedarse rezagados en el futuro.

[11] https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2024.pdf

[12] https://www.mckinsey.com/industries/energy-and-materials/our-insights/global-energy-perspective#/

LA ENERGÍA NUCLEAR, APUESTA DE FUTURO

La iniciativa de las distintas instituciones políticas se está viendo acompañada por el interés y el impulso de grandes compañías privadas, que ven en la energía nuclear un aliado idóneo para poder desarrollar sus proyectos. La mayoría de ellos están relacionados con los centros de datos y la inteligencia artificial, que demandará un gran consumo de energía estable y que, al mismo tiempo, no dispare las emisiones de CO_2. Para solucionar las demandas que ya en el presente están apareciendo en algunas empresas norteamericanas, se está apostando por recuperar centrales nucleares tradicionales previamente cerradas. Pero, de cara a responder a la alta demanda de los próximos años, se está avanzando en la investigación e innovación de reactores modulares (SMR), más seguros, versátiles y adaptados a las necesidades de cada industria.

> **La central nuclear de Three Mile Island, antes paradigma de los riesgos que suponía esta energía, es ahora ejemplo del nuevo rol de la nuclear en el mundo**

Prescindir del parque nuclear en España dificultaría mucho que nuestro país pudiese alcanzar el ritmo de innovación necesario para poder desplegar estas soluciones de manera competitiva y vanguardista. Varias empresas españolas cuentan con gran reconocimiento internacional en el sector de la energía nuclear. Los proyectos que actualmente tienen en otros países del mundo supone prestigio para el conjunto de nuestro tejido empresarial y la creación de empleo y conocimiento en este ámbito. Si España no cuenta con actividad nuclear, existe un riesgo muy alto de que estas empresas sitúen sus centros operacionales fuera del país, perdiendo así numerosos empleos y el conocimiento necesario para desarrollar posibles futuras soluciones que aparezcan en los próximos años.

Ante las importantes inversiones que se preparan para potenciar la energía nuclear, el sector financiero también ha posado su mirada sobre este sector, que se espera experimente un profundo cambio y crecimiento. En este sentido, el más reciente ejemplo lo encontramos en el evento "La Semana de la Ciencia", celebrado en Nueva York el pasado mes de septiembre. En él, 14 instituciones financieras apoyaron el objetivo de triplicar la potencia nuclear en 2050. Entre las entidades firmantes, encontramos a Bank of America, BNP Paribas o Morgan Stanley. El aspecto financiero siempre ha sido uno de los grandes inconvenientes de la energía nuclear, ya que su inversión inicial es alta, frenando así su desarrollo y competitividad. Los bancos y fondos de inversión pueden aportar experiencia, servicios y soluciones que apoyen a la industria.

El interés financiero mantiene una correlación con el comportamiento en los mercados bursátiles, donde, durante el año 2023, el sector nuclear se ha encontrado entre los valores que más han crecido en los últimos meses. Pese a no haber ocupado tantas portadas como sí lo hacen actores como Nvidia u otras tecnológicas, entre las empresas que más han crecido en la bolsa de Estados Unidos en 2024 se encuentran Vistra (+235%), dedicada a la generación de energía eléctrica, Constellation Energy (dueña de la central nuclear de Three Mile Island), con un +126%, y NRG Energy (+74%). Estas empresas han superado a las compañías de semiconductores en lo que llevamos de ejercicio ante la expectativa de que en los próximos años se repitan colaboraciones entre el sector tecno y el energético. Por todos estos motivos, los gestores de fondos están invirtiendo en acciones de energía nuclear que antes eran rechazadas. Las cautelas del pasado han dado paso a las oportunidades de futuro.

¿Cómo la energía nuclear se ha convertido en la aliada de la IA?

En las últimas semanas, numerosas han sido las noticias que atestiguan esta estrecha relación que se va tejiendo progresivamente entre el sector tecnológico y el nuclear.

Sin duda, la más llamativa y de mayor alcance ha sido el acuerdo para la reapertura de la central nuclear de Three Mile Island (Pensilvania, Estados Unidos) tras cinco años inactiva. Esta central, paradigmática de los riesgos que podía suponer este tipo de energía por su accidente de 1979, se ha convertido en el ejemplo del nuevo rol de la nuclear en el mundo. La empresa tecnológica Microsoft comprará toda la energía generada en el reactor durante los próximos 20 años, tras una inversión de 1600 millones de euros. La empresa de Bill Gates, quien se ha mostrado públicamente a favor de la energía nuclear y de su contribución en el proceso de transición ecológica, necesita de energía constante y asequible que permita hacer funcionar los centros de datos y las operaciones de la inteligencia artificial. Se espera que para 2028 pueda estar en pleno funcionamiento.

Pero no solo Microsoft ha invertido en la energía nuclear, sino que las demás grandes tecnológicas americanas han seguido el mismo camino. Amazon adquirió ya en marzo, por 650 millones de euros, un centro de datos que está asociado a una central nuclear, también en el estado de Pensilvania. Además, ha invertido 500 millones de euros en la empresa X-Energy para el desarrollo de los SMR, con el objetivo de que alimenten a sus centros de datos en Estados Unidos.

Por su parte, Alphabet (Google) acaba de firmar en el mes de octubre un acuerdo para colaborar en la construcción de siete reactores SMR, que estarán disponibles en el año 2030 y que dispondrán de 500 MW de potencia libre de emisiones de gases de efecto invernadero.

Bank of America, en septiembre de 2024, publicó un informe donde explicaba las razones para avalar la inversión en el sector nuclear[13]. En él, indicaba que las energías eólica y solar podían no ser suficientes debido a los problemas de intermitencia, espacio y falta de recursos, especialmente en un contexto en el que se prevé un incremento de la demanda de electricidad a nivel mundial de aquí a 2050. En cuanto al combustible de uranio, aunque su extracción supone una pequeña cantidad de emisiones, su uso es de los más eficientes que existen en la actualidad. Respecto a los residuos, se reconoce su peligrosidad, pero también asegura que su gestión es relativamente sencilla ya que su cantidad es pequeña. Señala los almacenes geológicos profundos como la mejor alternativa para su gestión y protección. En definitiva, si se analizan solamente los aspectos de seguridad, Bank of America considera mejor solución la energía nuclear a la eólica, pues esta segunda presenta mayores riesgos. La entidad americana, además, advertía que, aunque Estados Unidos es el país con más centrales nucleares del mundo, la aportación de la nuclear a su mix es del 18%, mientras que en otros países como Francia o Eslovaquia, la contribución supera el 60%.

Pese a que la contribución nuclear en el mix americano no es de las más elevadas del mundo, sí que cuenta con más ayudas para su desarrollo y expansión que otros países europeos. La Ley de Reducción de la Inflación de Estados Unidos (IRA), aprobada por Joe Biden en 2022, otorgaba créditos fiscales por producción, incentivando así una mayor generación nuclear. En esta línea, el presidente de Business Europe, la patronal europea, advertía en septiembre que el coste de la electricidad es tres veces superior en Europa que en Estados Unidos. Por ello, se hace necesario contar con todas las fuentes de energía posibles, incluyendo a la nuclear. En definitiva, Fredrik Persson pedía pragmatismo a las autoridades para poder ser competitivos y eficientes, en línea con lo exigido por Mario Draghi en su informe.

Es indudable que la tecnología (inteligencia artificial y centros de datos asociados) será la protagonista de las próximas décadas, pero para ello necesita aliados que le permitan desplegar sus proyectos. La energía nuclear, por su estabilidad, fiabilidad, constancia, asequibilidad y neutralidad climática, se ha convertido en uno de ellos. Eso ha atraído las miradas de inversores y entidades financieras que ven una posibilidad de crecimiento en ella. Facilitar ese despliegue es responsabilidad y tarea de los actores políticos, para conseguir que la integración de la energía nuclear pueda ayudar a frenar las emisiones de CO_2 y limitar así los efectos del cambio climático.

La energía nuclear, por su estabilidad, fiabilidad, constancia, asequibilidad y neutralidad climática, se ha convertido en aliada de la IA

[13] https://institute.bankofamerica.com/content/dam/sustainability/role-of-nuclear-in-net-zero-transition.pdf

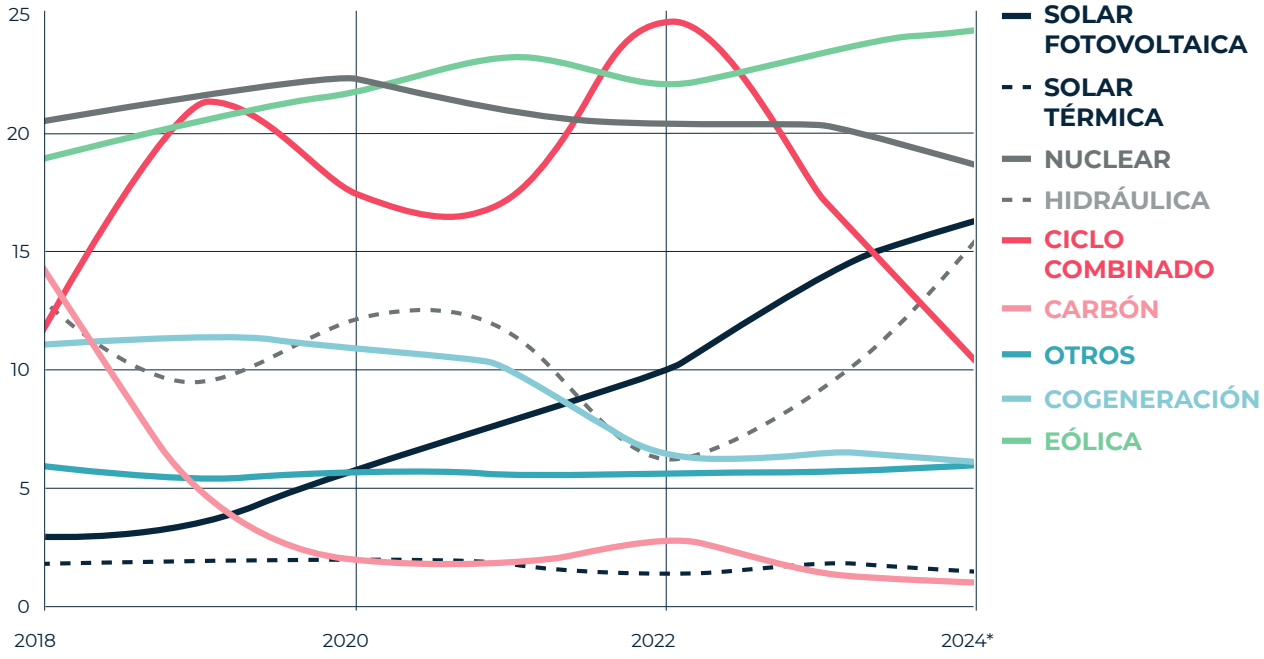
EL MIX ELÉCTRICO ESPAÑOL

Desde el año 2018, España ha tenido que hacer frente a numerosas transformaciones en ámbitos muy variados. Uno de ellos ha sido el energético, en una doble dimensión. Por un lado, para lograr que nuestro país avance hacia una menor generación de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro, para conseguir una electricidad asequible, con fuentes de energía diversificadas. Con el paso de los años, las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad, la descarbonización y la lucha contra el cambio climático fueron gozando de cada vez mayor presencia en la acción del Ejecutivo. Por todo ello, el impulso de las energías renovables ha sido uno de los principales objetivos en el área de energía, orientando la planificación energética, tanto en su diseño como en su implementación, hacia este fin.

Durante este periodo (2018-2023), en el que el despliegue de las energías renovables ha sido la prioridad en el ámbito energético, la energía nuclear es la única fuente de energía que se ha mantenido siempre por encima del 20%, siendo la oscilación máxima entre el valor máximo y el mínimo de 1,9 puntos porcentuales. Aquí se observa una de las mayores fortalezas de la energía nuclear: su estabilidad y constancia. Además, salvo en el año 2022, siempre ha sido una de las dos fuentes que más han contribuido al mix anual, lo que advierte de la dificultad de su sustitución completa en apenas una década. De las energías renovables, solamente la energía solar fotovoltaica ha mantenido un crecimiento sostenido en el tiempo, pasando de un 3 a un 14% en apenas cinco años. La energía eólica, que también ha crecido (+5%), se mantiene estable. Por el contrario, la energía hidráulica experimenta continuos altibajos, condicionada por los episodios de sequía. Aunque es

> **El mix eléctrico de los primeros seis meses de 2024 demuestra que no existe una colisión entre renovables y nuclear, pudiendo desplegarse unas y siendo fuente continua y estable la otra**

EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ESPAÑA (2018-2024)



Fuente: Elaboración propia con datos de Red Eléctrica.

*primeros 6 meses del año

de las energías que menos emisiones genera, no es fiable para sostener la demanda energética del país durante un año entero.

Ante la intermitencia de algunas de estas energías renovables, la principal fuente de energía que se activa son los ciclos combinados, los cuales sí emiten CO_2 y suben el precio de la electricidad. El ejemplo más claro se observa en el año 2022, cuando, ante el bajón de la hidráulica por un año con menos agua recolectada, el gas tuvo que ser la primera fuente de energía, en un momento en el que, además, los precios se encontraban desbocados. Si desaparece la energía nuclear, aumentará la probabilidad de que el ciclo combinado deba entrar en un número mayor de ocasiones. Algo parecido ocurrió en el año 2019 cuando el carbón disminuyó del 14 al 4% y el ciclo combinado aumentó diez puntos su presencia en el mix eléctrico. En aquel caso, tanto el carbón como el gas eran contaminantes, pero si se sustituye la nuclear por ciclos combinados, se estarán aumentando las emisiones de CO_2. En definitiva, supondrá contaminar más, depender más de terceros países y pagar más dinero por la electricidad que consumimos, siendo nuestra industria menos competitiva.

Pero la ventaja de la energía nuclear no se circunscribe solamente a la participación que ya realiza en el mix, sino también a su continua disponibilidad, teniendo un factor de carga superior al 90%. Las centrales nucleares generaron a lo largo del año pasado el doble de energía por MW instalado que la media del resto de tecnologías del sistema eléctrico español. Además, la tasa de indisponibilidad es muy baja y está programada con meses de antelación, incluso años, ya que están asociadas a periodos de revisión y recarga. El sistema eléctrico, por tanto, puede estar preparado para esta situación. Las indisponibilidades no programadas son muy escasas y con apenas incidencia en el sistema.

Durante los primeros seis meses de 2024 la participación de las energías renovables en el mix eléctrico ha sido la más elevada hasta el momento, alcanzando el 56,6% entre energía eólica, hidráulica y solar fotovoltaica. La nuclear, pese a todo, apenas se reduce hasta el 18%, mostrando que no existe una colisión entre renovables y nuclear, pudiendo

¿Qué dificultades de integración presentan las energías renovables?

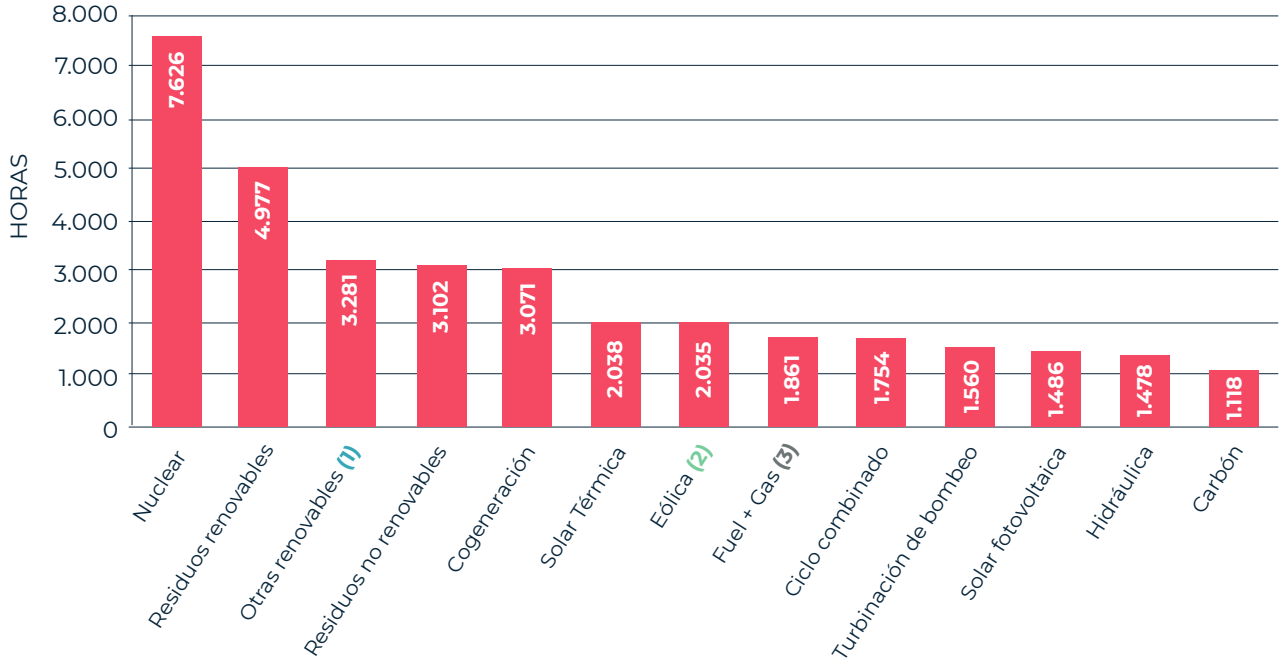
Cuanta mayor penetración haya de renovables, mayores serán los retos de fiabilidad de suministro, al depender de factores no gestionables (condiciones meteorológicas) y al tener un elevado grado de dispersión y un alto porcentaje de generación distribuida.

Además, las renovables apenas tienen inercia rodante, lo que agiliza la velocidad de la caída, y disponen de menos reguladores de velocidad, lo que dificulta la recuperación de la frecuencia perdida. En definitiva, será necesaria una previsión de la demanda más variable y compleja que la que se realiza en la actualidad.

Una de las soluciones que se han desarrollado para la integración segura de las energías renovables en el sistema eléctrico es la creación del CECRE (Centro de Control de Energías Renovables). Otras de las medidas que facilitan la integración son la mejora de herramientas de predicción eólica y fotovoltaica, la adaptación de la tecnología de aerogeneradores a las necesidades del sistema o el desarrollo de la capacidad de interconexión.

Por ello, la variabilidad de la producción renovable comporta la necesidad de mantener grupos térmicos convencionales, que regulen la tensión del sistema.

FUNCIONAMIENTO MEDIO DE LAS CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN ESPAÑA EN 2023 (HORAS EQUIVALENTES DE PRODUCCIÓN A PLENA POTENCIA)



(1) Incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica
(2) Incluye hidroeólica
(3) Incluye motores diésel, turbina de gas y turbina de vapor

Fuente: Elaboración propia con datos de Red Eléctrica.

desplegarse unas y siendo fuente continua y estable la otra. Pero, además, no sería conveniente quedarse con esta foto fija de la situación. Habrá, por un lado, que observar cómo evoluciona la segunda mitad del año, teniendo la perspectiva completa del mismo. Por otra parte, más allá de que durante un periodo determinado exista una preponderancia de las energías renovables, es importante tener en cuenta que el sistema eléctrico debe contar con medios alternativos suficientes para hacer frente a momentos puntuales en los que, por las condiciones meteorológicas u otras circunstancias, las energías renovables reduzcan su contribución. Si dichas fuentes alternativas no generan emisiones, será más positivo para cumplir nuestros compromisos internacionales de reducción de CO_2.

Este análisis del mix eléctrico es todavía más relevante a nivel territorial. El caso catalán es especialmente evidente, puesto que hasta más del 58% de la energía eléctrica producida es de origen nuclear. El segundo lugar lo ocupan los ciclos combinados (15%), situándose el conjunto de las energías renovables solamente en el 15,7%. Sustituir tres quintas partes del mix eléctrico en apenas diez años se antoja verdaderamente complejo y, sobre todo, arriesgado en un territorio que cuenta con un poderoso tejido industrial. En una situación parecida se encuentra la Comunidad Valenciana, cuyo mix de generación eléctrica está protagonizado en un 45% por la energía que genera la central nuclear de Cofrentes. Aunque la penetración de renovables es un poco más elevada (19,4%), tampoco parece realista pensar que, para 2030, cuando la nuclear se despida de la comunidad, se haya podido reponer la contribución que hace actualmente. En ambas comunidades, desde 2019, la dependencia de la energía nuclear, lejos de haber disminuido, ha aumentado, en seis y dos puntos, respectivamente. Los casos de Extremadura y Castilla-La Mancha son menos preocupantes desde el punto de vista energético porque tienen una demanda menor de energía, existe una mayor penetración de

¿Por qué necesitamos todas las centrales nucleares?

Las centrales nucleares tienen una gran capacidad para controlar la tensión en las líneas de transporte eléctrica, que son especialmente inestables cerca de grandes polos de consumo, como es la Comunidad de Madrid. Esta región es la mayor importadora de energía del país y, por eso, necesita de la contribución de las centrales de Almaraz y de Trillo para evitar desequilibrios o cambios de tensión muy acusados.

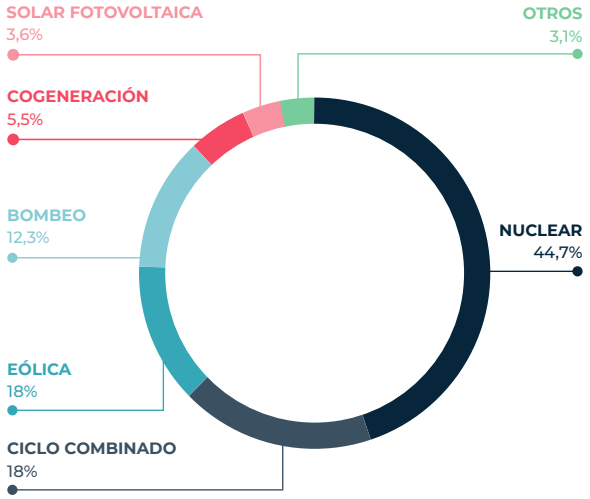
Además, abarata la adquisición de combustible y resulta más sencillo firmar contratos de carácter técnico cuando el parque nuclear tiene siete reactores y no cinco, como ocurriría si la central de Almaraz finalmente se cerrara. Tener más centrales permite identificar mejor los riesgos para la seguridad, obliga a contar con más expertos y, por tanto, a tener más conocimiento en nuestro país sobre el sector nuclear. Por otra parte, la distribución geográfica de nuestros reactores es estratégica, aportando energía estable a los principales polos de consumo de nuestro país. En este sentido, la participación de Almaraz resulta de especial relevancia, por su contribución a la demanda madrileña.

Por estos motivos, se debe entender el parque nuclear como un conjunto integrado y no como unidades individuales que actúan independientemente. Su contribución al sistema y el valor añadido que cada central aporta al sector energético obliga a prorrogar todas las centrales del país.

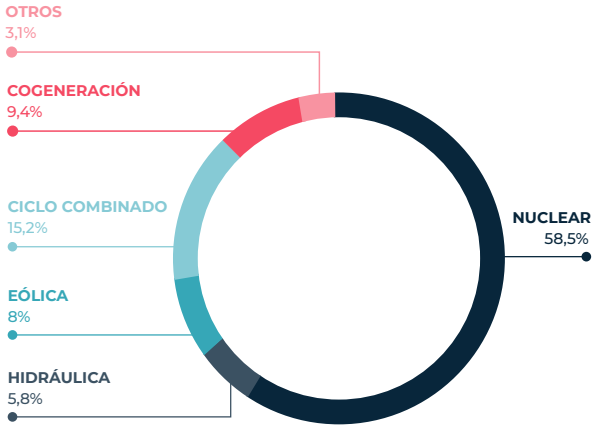
renovables en sus mix eléctricos y han reducido el peso de la nuclear desde el año 2019, especialmente en el caso de Extremadura, que lo ha reducido en más de veinte puntos. En todo caso, estos dos territorios afrontan otros problemas, como es el vacío demográfico de sus regiones o la dificultad para encontrar empleo estable y de calidad como el que ofrece la actividad nuclear. Los retos que cada territorio deberá afrontar por el cierre de sus centrales nucleares son distintos, en función de su situación socioeconómica.

En definitiva, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico cerrará una etapa habiendo

COMUNIDAD VALENCIANA
(Generación)



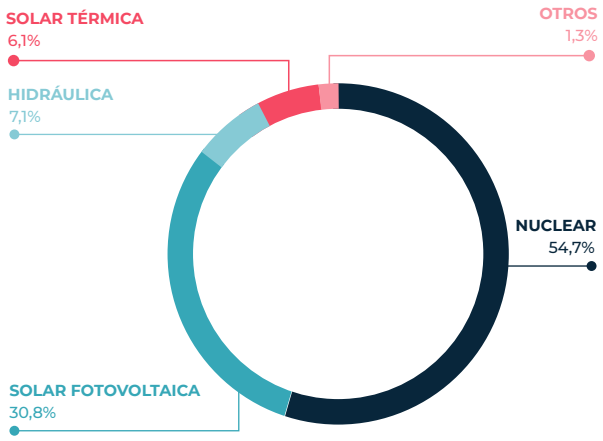
CATALUÑA
(Generación)



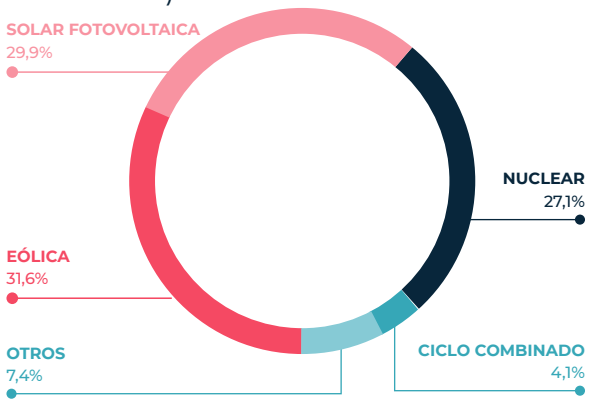
Fuente: Elaboración propia con datos de Red Eléctrica.

logrado uno de los objetivos prioritarios: la aceleración de las energías renovables dentro de nuestro mix eléctrico. Aun así, este liderazgo renovable no supone que España pueda depender única y exclusivamente de este tipo de energía, especialmente si nuestro país quiere convertirse en un hub tecnológico que albergue numerosos centros de datos. El porcentaje que las energías renovables no pueden asumir será mejor que sea complementado por energías limpias, como la nuclear. Finalmente, también habría que analizar el impacto territorial en algunas comunidades autónomas que son muy dependientes de la energía nuclear, como Cataluña o la Comunidad Valenciana, dos de los motores económicos del país.

EXTREMADURA
(Generación)



CASTILLA - LA MANCHA
(Generación)



Fuente: Elaboración propia con datos de Red Eléctrica.

Contribución de la energía nuclear a la cobertura de la demanda

El sistema eléctrico se debe dimensionar para suministrar sin dificultades importantes las puntas de demanda. Esto se realiza calculando el porcentaje de producción de cada tecnología en la punta de demanda respecto a la potencia instalada en esa tecnología en ese día punta.

La energía nuclear contribuyó prácticamente con el total de su potencia instalada a las mayores puntas analizadas en los últimos años, poniendo de manifiesto que cada MW nuclear instalado contribuirá, con elevada probabilidad, prácticamente en su totalidad a cubrir la demanda en la punta.

La generación nuclear tuvo el coeficiente de simultaneidad más alto, con valores por encima del 94% en todos ellos. La generación del ciclo combinado, en su mejor horquilla, alcanza el 80%. Las energías renovables, en cambio, tienen un coeficiente de simultaneidad muy variable (42%). Presentan así una alta volatilidad en los momentos en los que su generación es más importante, por lo que cada MW instalado tiene una alta probabilidad de no estar disponible para producir en la punta, teniendo que ser necesarias otras tecnologías más fiables para cubrir la demanda en esos momentos.

LLYC
IDEAS

PNIEC: MISIÓN IMPOSIBLE

La planificación energética diseñada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha quedado plasmada en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC). En dicho plan, se prevé un cierre de las centrales nucleares desde el año 2027 y hasta el 2035, comenzando por los reactores de Almaraz, en Extremadura, y terminando por la central de Trillo, ubicada en Castilla-La Mancha. Además, se realizan previsiones de despliegue de renovables, de almacenamiento y de bombeo. En los cálculos realizados por el ministerio existe una cierta paradoja, puesto que el cierre de las centrales nucleares tiene unas fechas rígidas mientras que el desarrollo de las energías renovables es más abierto. Cabría recomendar que el futuro de las centrales nucleares vaya asociado a cómo avance la penetración de renovables y los planes de almacenamiento en el mix eléctrico español. De esta manera, si el crecimiento de estas energías y el despliegue del almacenamiento no es el esperado, se podrá seguir contando con los reactores nucleares.

> **El futuro de las centrales nucleares debería ir asociado a cómo avance la penetración de renovables en el mix eléctrico español**

Las previsiones del PNIEC anticipan un crecimiento de la demanda del 35% para 2030 respecto a los datos de 2019. Tomando como referencia que en lo que llevamos de 2024 se ha crecido apenas un 1,5% respecto al mismo periodo de 2023, es difícil prever que se vaya a alcanzar el objetivo propuesto. El crecimiento de la demanda es la primera premisa para que pueda darse la posibilidad de que las energías renovables lleguen a los niveles de generación eléctrica recogidos en el PNIEC, puesto que si entra mucha energía renovable al sistema y no sube la demanda, el precio bajará demasiado y España perderá el atractivo para que lleguen nuevas inversiones en el futuro. Parte

¿Cómo contribuye la nuclear a equilibrar el sistema eléctrico?

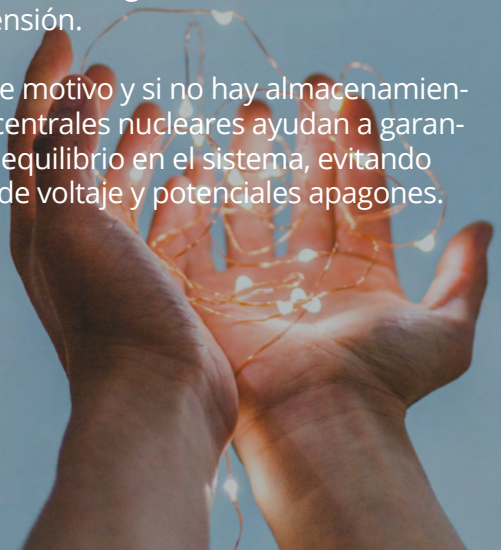
La energía generada tiene cuatro posibles destinos: consumo, almacenamiento, exportación o vertido (desaprovechamiento).

Todo sistema eléctrico interconectado necesita que exista, en todo momento, un balance entre la electricidad que es generada y la que es consumida, garantizando así la estabilidad, seguridad y calidad del suministro.

El sistema debe contar con mecanismos para garantizar este balance. El primer mecanismo que se activa para equilibrar el sistema es la inercia del giro de las máquinas síncronas de los generadores hidráulicos y térmicos (entre las que se incluye la nuclear). Las energías renovables no tienen esta inercia, por lo que, en un sistema basado en renovables, es más probable un colapso de la red por la pérdida de frecuencia al no disponer de esta capacidad inercial. En el caso de que la inercia no sea suficiente para poder controlar el desequilibrio del sistema, entonces entran en juego, sucesivamente, las regulaciones primaria, secundaria, terciaria y la gestión de desvíos, en función del tiempo que dure la inestabilidad.

Otro aspecto relevante en el correcto funcionamiento del sistema es el control de la tensión, el cual se realiza a través de los grandes generadores síncronos (gas, nuclear, almacenamiento...). En un sistema dominado por las energías renovables, este control es especialmente importante por la dispersión y atomización de este tipo de fuentes. La situación topológica de la red del parque nuclear es muy adecuada para absorber la energía reactiva en este control de la tensión.

Por este motivo y si no hay almacenamiento, las centrales nucleares ayudan a garantizar el equilibrio en el sistema, evitando caídas de voltaje y potenciales apagones.



de las previsiones en el crecimiento de la demanda están sostenidas por la penetración del coche eléctrico en el parque automovilístico español. Para 2030, debería haber 5,5 millones de coches eléctricos en España. Teniendo en cuenta que varios estudios sitúan la cifra actual de vehículos eléctricos de nuestro parque móvil en el entorno de las 200.000 unidades, será necesario que en los próximos seis años se vendan unos 880.000 coches anuales. En los doce últimos meses del año, según datos de la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), se vendieron apenas 62.332 vehículos eléctricos en nuestro país, muy lejos de los objetivos propuestos. Salvo que se produzca un descenso significativo en el precio de estos vehículos, se mejore su autonomía o aumente la infraestructura de recarga parece complicado que se puedan alcanzar las cifras previstas.

Pero las dificultades no llegan solamente con el necesario incremento de la demanda, sino que también aparecen con la efectiva penetración de las energías renovables en el sistema eléctrico. Para ello, es perentorio agilizar las tramitaciones para solventar los cuellos de botella que se están produciendo a la hora de aprobar los proyectos de instalación de renovables. Las dificultades no son solo de carácter técnico, sino que también se deberá considerar si las Administraciones Públicas tienen personal suficiente para atender todas las demandas que están contempladas en el PNIEC. Además, las empresas deberán estar preparadas para la cantidad de proyectos que se prevé se pongan en marcha durante los próximos años y, por supuesto, debe existir la financiación, la cual puede estar en riesgo si no hay una garantía de que los precios no serán tan bajos que impidan la recuperación de la inversión realizada.

En último término, dentro de las expectativas del PNIEC, también se recogen las previsiones de almacenamiento, estableciendo como meta 22,5 GW para 2030. Las baterías deberán alcanzar los 12,5 GW, debiendo añadir más de 2.000 MW al año, cuando en la actualidad solamente hay conectados 27 MW. El bombeo deberá llegar a los 10 GW, aunque actualmente hay sólo 5.400 MW conectados. Aunque los objetivos pueden llegar a ser alcanzables, va a ser necesaria la aprobación de la regulación y del nuevo mecanismo de capacidad que permita el despliegue rentable de baterías. Respecto al bombeo, a día de hoy no existen proyectos diseñados que permitan alcanzar la cifra propuesta. Es peligrosa la excesiva importancia que recae sobre la consecución de este objetivo para la futura estabilidad del sistema. Si por algún motivo no se lograse la meta propuesta, la seguridad de suministro del sistema se vería seriamente comprometida en momentos en los que las renovables bajasen su aportación. En caso de que no se lograse el almacenamiento, el Plan prevé depender de los ciclos combinados, que, por cierto, también reducen considerablemente su aportación al mix, cuando en los últimos cinco años ha sido más bien al contrario. Convendría, con el fin de reducir las emisiones de CO_2, contar como fuente base con la energía nuclear en lugar de con los ciclos combinados, que son más caros, más contaminantes y más dependientes de terceros países.

¿Puede la energía nuclear cubrir la intermitencia de las energías renovables?

La alta presencia de energías renovables en el sistema supone un reto para la estabilidad de la frecuencia, por la dispersión geográfica y la intermitencia en la producción energética. El desarrollo de plantas de almacenamiento es necesario para estabilizar el sistema, ya que aporta la inercia necesaria que no tienen las energías renovables, comportándose como un generador convencional (centrales de gas, nuclear...). Para que funcione debe haber una gran cantidad de almacenamiento implementada y debe aportar mucha energía en muy poco tiempo.

Si el almacenamiento no se despliega al ritmo esperado, la energía nuclear es la única fuente baja en carbono que puede cumplir una función de estabilizador similar al almacenamiento. La energía nuclear tiene la flexibilidad suficiente para aumentar o disminuir potencia en función de la penetración de renovables en cada momento concreto.

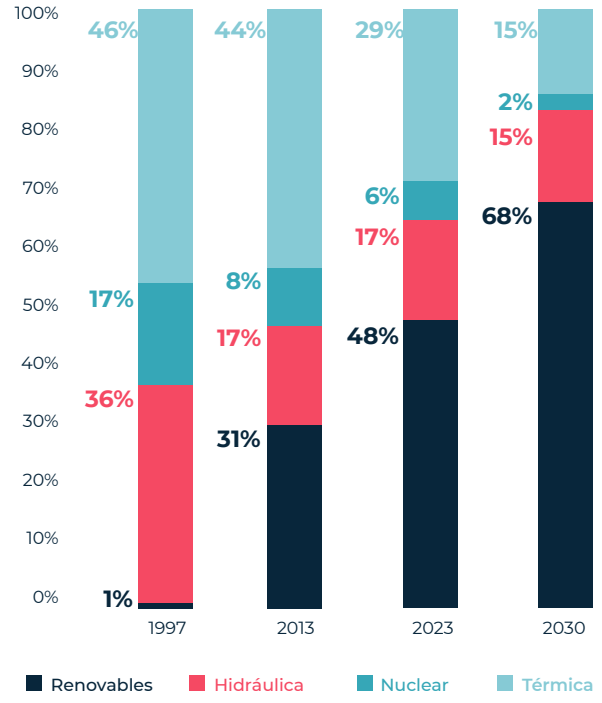
Con la desaparición de la nuclear del mix, deberán ser otras fuentes con características similares (centrales de gas) las que cubran la intermitencia de las renovables y aporten la inercia necesaria, aumentando las emisiones de carbono.

EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA Y PREVISIONES PNIEC

	2018 (GWh)	2023 (GWh)	Variación entre 2018-2023 (%)	2030 (previsión GWh)	Variación entre 2023-2030 (%)
EÓLICA	49.581	62.569	+26,2	130.102	+107,93
NUCLEAR	53.198	54.276	+2,03	35.172	-35,2
SOLAR FOTOVOLTAICA	7.766	37.332	+380,71	138.102	+269,93
SOLAR TÉRMICA	4.424	4.694	+6,1	11.945	+154,47
CICLO COMBINADO	30.044	46.051	+53,28	20.153	-56,24
HIDRÁULICA	34.117	25.273	-25,92	28.764	+13,81
COGENERACIÓN	29.007	17.291	-40,39	13.475	-22,07

La ausencia de flexibilidad en el cierre de las centrales nucleares españolas pone en riesgo innecesariamente la seguridad de suministro limpio y sin emisiones en nuestro país, puesto que, en caso de que no se llegue a los niveles de renovables esperados o que el almacenamiento no se desarrolle adecuadamente, España seguirá dependiendo de los combustibles fósiles, especialmente del gas (ciclos combinados). Si el cierre nuclear estuviese condicionado a la consecución de determinadas metas de penetración de renovables y de niveles de demanda, se aseguraría España que, en caso de no alcanzarlos, contaría con energía limpia en emisiones que podría sostener el sistema de manera estable, barata y constante. Incluso en el caso de que se cumpliesen en el año 2030 todos los objetivos planteados en el PNIEC, las energías renovables cubrirían un 81% de nuestro mix. El restante 19% debería seguir siendo cubierto por otras fuentes de energía, entre las que cabría incluir la energía nuclear. En definitiva, algunas de las variables que han ido surgiendo a lo largo de esta transición energética con el paso de los años obliga a repensar algunas de las decisiones tomadas durante el camino.

EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA PENINSULAR Y PROYECCIÓN A 2030 POR TECNOLOGÍA



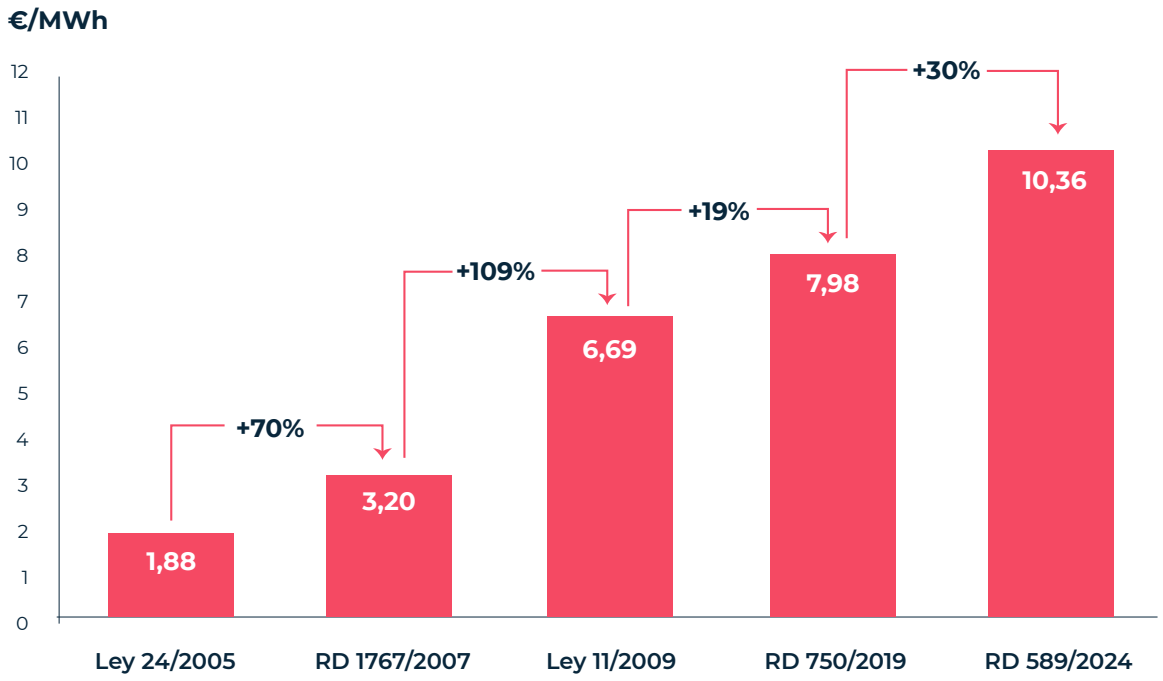
Fuente: Datos de Red Eléctrica y PNIEC 2023-2030 extraídos del informe La regulación del mercado eléctrico mayorista ante el nuevo entorno europeo, de EY y Fundación Naturgy.

UNA REALIDAD INSOSTENIBLE

Uno de los argumentos más habituales a la hora de tratar la situación del parque nuclear actual en nuestro país es su supuesta falta de rentabilidad y el escaso interés de las empresas propietarias porque se prorrogue la actividad nuclear en España. La realidad del sector es que su falta de rentabilidad es una cuestión artificial, creada por la presión impositiva y no por los costes operativos de las centrales. Es decir, los beneficios de la energía nuclear son exiguos debido a factores exógenos, ajenos a la producción. Además, en el acuerdo firmado en 2019 entre el Gobierno y las empresas propietarias[14] el Ejecutivo comprometía a que no se aumentase la Tasa ENRESA[15] en más del 20% a cambio de que las centrales siguiesen operando con el calendario que existe actualmente (cierre entre 2027 y 2035). Dicho aumento ya se alcanzó en ese mismo acuerdo, cuando se pasó de 6,69 €/MWh a 7,98 €/MWh, por lo que no eran posibles más subidas de esta tarifa. Pero a mediados de 2024, el Gobierno incumplió el acuerdo firmado al incrementar la Tasa ENRESA en un 30%, llegando a los 10,36 €/MWh, tras la aprobación del VII Plan General de Residuos Radiactivos.

La Tasa ENRESA es una de las más gravosas para la actividad nuclear y ha experimentado un continuo crecimiento en los últimos veinte años. El último incremento aprobado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico viene motivado, además, por una falta de acuerdo político e institucional y no por causas técnicas o que deriven de la actividad nuclear. En el VI Plan General de Residuos Radiactivos estaba prevista la construcción de un Almacén Temporal Centralizado (ATC) en Cuenca, pero, ante la contestación social y un cambio de voluntad política, finalmente se ha optado por construir 7 Almacenes Temporales Descentralizados (ATD), en cada uno de los emplazamientos con combustible gastado. El sobrecoste de este nuevo proyecto, de algo más de 2000 millones de euros, es lo que provocó que se decidiera aumentar la Tasa ENRESA para compensarlo.

EVOLUCIÓN TASA ENRESA 2005-2024



Fuente: Elaboración propia a partir del Informe de PwC El Papel de la Energía Nuclear en el marco de la Transición Energética.

[14]Endesa, Iberdrola, Naturgy y EDP.
[15]Tarifa que pagan las empresas propietarias por el desmantelamiento y gestión de los residuos nucleares.

Aunque el objeto del capítulo no es analizar detenidamente esta tasa, recientes estudios[16] han advertido de la ineficiencia de este sistema de recaudación y de la existencia de alternativas que evitarían tener que aumentarla de manera tan elevada. Incluyendo la Tasa ENRESA, el conjunto de todos los impuestos y tasas, tanto nacionales como autonómicos y locales, sitúan la presión fiscal en torno a los 28€/MWh, siendo un 40% de los costes totales de las centrales nucleares. Este coste fijo independiente del precio del mercado provoca, al menos, dos problemas: la dificultad para ser competitivos frente a los precios de la energía de otros países y el encarecimiento de la factura de la electricidad para el consumidor final.

A día de hoy y según el informe de PwC previamente citado, la energía nuclear en España es 12 €/MWh más cara que en Francia, el principal productor de energía nuclear en Europa. El motivo principal de este desfase es la carga impositiva a la que se debe hacer frente en España, lo que resta competitividad tanto al sector nuclear como al conjunto del tejido industrial y empresarial. Otras alternativas a la aportación que hace actualmente la nuclear al mix de generación eléctrica serán económica y medioambientalmente más lesivas, ya que retirar la energía nuclear provocaría aumentar la participación del gas en el sistema, el cual es más caro y menos rentable. De acuerdo al informe de PwC sobre "El papel de la energía nuclear en el marco de la transición energética", el encarecimiento del precio medio del mercado eléctrico que provocaría la sustitución de energía nuclear por gas sería de 13,26 €/MWh. Esto tendría un impacto directo en la competitividad de nuestra economía, afectando negativamente a España como destino inversor, especialmente en el ámbito de la descarbonización. Al poner en peligro estas inversiones por un precio de la energía más caro que en otros países de nuestro entorno, también se pondrá en peligro el desarrollo de energías renovables y, por tanto, los objetivos del PNIEC para 2030.

> **La energía nuclear permite que, más allá del comportamiento puntual de las energías renovables, exista una seguridad en los precios y en la garantía de suministro**

La falta de rentabilidad provocada por la fiscalidad que actualmente deben soportar las centrales nucleares ha llevado a que, en el pasado mes de marzo, algunos reactores pidiesen parar su actividad, puesto que el hecho de producir energía les suponía que el coste variable superase a los ingresos. La aportación masiva de energías renovables que se ha producido puntualmente en algunos días del año, reduciendo el precio incluso a 0 €/MWh, hace que las centrales prefieran no producir para evitar incurrir en gastos impositivos superiores a los ingresos. Aunque durante aquellos días la penetración de renovables fue muy elevada, la central nuclear de Ascó no fue autorizada a parar para evitar problemas de garantía de suministro en el sistema. En otras dos ocasiones, Red Eléctrica pidió a la industria electrointensiva que parase su actividad para evitar potenciales problemas en el sistema que condujesen a posibles apagones. Estos casos fueron muestras reales de que, a día de hoy, no es posible que las energías renovables puedan sustituir completamente a la energía nuclear, ni siquiera cuando se dan las condiciones meteorológicas más adecuadas y cuando la energía hidráulica se encuentra a pleno funcionamiento. Si no hubiese entrado la energía nuclear o no se hubiese reducido la actividad industrial, habría sido necesario contar con los ciclos combinados, por lo que el precio habría aumentado considerablemente. La energía nuclear permite que, más allá del comportamiento puntual de las energías renovables, exista una seguridad en los precios y en la garantía de suministro.

En definitiva, la falta de rentabilidad de las centrales nucleares encuentra su solución en una menor carga fiscal, facilitando así la competitividad para nuestra industria y mejorando el perfil inversor de nuestro país.

[16] El Papel de la Energía Nuclear en el marco de la Transición Energética (PwC) (marzo 2024)

AUTORES

Jordi Sevilla. director de Contexto, unidad de Inteligencia de LLYC

Licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad de Valencia, es experto en economía y política económica. Pertenece al Cuerpo Superior de Técnicos Comerciales y Economistas del Estado. Ha sido, entre otros cargos, jefe de Gabinete del ministro de Economía y Hacienda (1993-1996), ministro de Administraciones Públicas (2004-2007), senior counselor de PwC (2009-2015) y responsable del equipo económico del candidato socialista a la Presidencia del Gobierno (2015-2016). Presidente de la Red Eléctrica de España (2018-2020).

Alberto Carbajo. senior advisor de LLYC.

Ex director general de operación de Red Eléctrica España. Ha sido director general de Minas e Industrias de la Construcción del Ministerio de Industria y Energía, consejero de Endesa y Petronor, consejero de la Comisión del Sistema Eléctrico Nacional, asesor de la UE para la adecuación del esquema regulatorio del Sistema Eléctrico de Rumanía y consultor del Banco Mundial para el diagnóstico del Sistema Eléctrico de Honduras. Ha desarrollado tareas regulatorias del sector eléctrico en países como Argentina, Chile y Colombia.

José Olábarri. consultor de Asuntos Públicos de LLYC

Graduado en Historia por la Universidad Complutense de Madrid y máster en Relaciones Internacionales por la Universidad CEU San Pablo. Especializado en actividad y tramitación parlamentaria y en los sectores energético y financiero

Este artículo de tendencias ha sido elaborado por Contexto, unidad de Inteligencia de LLYC

LLORENTE Y CUENCA