

# ROSATOM NEWSLETTER

## 01.

### HISTORIAS

Las palas comenzaron a girar  
GKhK: Transformaciones del combustible  
Noticias de Kudankulam



## 02.

### TENDENCIAS

Un paso hacia una nueva era

## 03.

### NOTICIAS REGIONALES

**América Latina.** «Estamos enfocados en una cooperación a largo plazo»



# Las palas comenzaron a girar

A mediados de enero, en la central eólica Novolakskaya, construida por "Rosatom Energía Renovable", la división de energía eólica de Rosatom, los trabajadores instalaron el primer generador de aire. Su altura es de 150 m y la longitud de sus palas es de 50 m. Esta planta forma parte de la estrategia de Rosatom para expandir la generación de energía eólica en Rusia. Además, la Corporación Estatal planea construir parques eólicos en el extranjero, utilizando componentes propios, como generadores y palas.



Se prevé que la central eólica Novolakskaya esté compuesta por 120 aerogeneradores con una capacidad total de 300 MW. La construcción se llevará a cabo en dos fases. En 2025 se instalarán 61 aerogeneradores y en 2026, los 59 restantes. La producción media anual prevista es de 879 millones de kWh.



«Estoy seguro de que la central eólica Novolakskaya contribuirá significativamente al funcionamiento eficiente del complejo energético y de combustibles de la región, garantizando la estabilidad económica y el bienestar de los ciudadanos de Daguestán», declaró Grigory Nazarov, Director General de Energías Renovables de Rosatom.

## 1,7 GW de capacidad de parques eólicos de Rosatom estarán operativos en 2027

Teniendo en cuenta las capacidades ya operativas, la división de energía eólica de la Corporación Estatal construirá instalaciones con una capacidad total de aproximadamente 1,7 GW para 2027.

Rosatom también está desarrollando proyectos de energía eólica en el extranjero. El programa prevé la formación de una cartera de proyectos en el ámbito de las energías renovables de hasta 5 GW para 2030. Las principales áreas de cooperación incluyen los países de la CEI, Turquía y otros.

En virtud del acuerdo con Kirguistán, que Rosatom firmó en "Atomexpo" en marzo de 2024, se prevé construir instalaciones de energía renovable de parques eólicos con una capacidad total de hasta 1 GW. El parque eólico en la región de Issyk-Kul, con una capacidad de 100 MW, es el primer proyecto internacional de Rosatom en el ámbito de la energía eólica. En septiembre de 2024, se colocó la primera losa para la construcción del parque eólico y, en diciembre, "Rosatom Energía Renovable" y el

gobierno de la República Kirguisa firmaron un acuerdo de inversión para la ejecución de este proyecto.

El inicio de los estudios de diseño y la contratación del equipo están previstos para la segunda mitad de 2025.

En una segunda fase, se estudiarán emplazamientos adicionales para la creación de instalaciones de generación de energía renovable con una capacidad total de hasta 900 MW.

### Basándose en sus propias capacidades

Un aspecto importante es que Rosatom construye parques eólicos utilizando componentes fabricados en la planta de "Rosatom Energía Renovable" en Volgodonsk. Hasta hace poco, estos incluían únicamente góndolas, bujes, generadores y plataformas de base para las torres. Desde diciembre del año pasado, se ha añadido un componente clave: las palas. Antes se importaban del extranjero, ahora se fabrican en la planta de Ulyanovsk, que forma parte de la División de Materiales Compuestos de Rosatom. Estas palas se utilizarán para completar las instalaciones eólicas de la central de Novolaxskaya y también estarán disponibles para clientes internacionales.

"Contamos con una serie de contratos en el extranjero, en primer lugar, en Kirguistán, donde nuestros socios de la Unión Económica Euroasiática esperan de nosotros la exportación de soberanía tecnológica en el ámbito de energía eólica. Con mucho gusto enviaremos palas para estas centrales eólicas. Varios otros países están considerando no solo la construcción de centrales nucleares, sino también la creación de clústeres energéticos «verdes», que incluirán generación eólica y solar», declaró Alexey Likhachev, Director General de Rosatom, en la inauguración de la planta.

Las palas se fabrican del siguiente modo. Primero, se cortan las telas de fibra de vidrio en un sistema de corte automatizado y los materiales preformados se enrollan en bobinas. Paralelamente, se fabrican los largueros de refuerzo. Un larguero es una banda compuesta por varias capas de fibra de carbono que recorre toda la longitud de una de las mitades de la pala.

Luego se forman las mitades de las palas: en un molde preparado se colocan capas de fibra de vidrio, luego los elementos de fijación de la pala al buje del generador (góndola), así como mallas, tubos y otros componentes. Todo se cubre con una película y se somete a un proceso de vacío antes de la inyección de resina, tras lo cual las mitades se endurecen. En las mitades ya endurecidas se instalan los largueros y los sistemas de protección contra rayos, luego las piezas se alinean y se ensamblan mediante adhesión.



La calidad de la unión se verifica con un detector de defectos y una cámara termográfica. En la pala ensamblada se mecanizan los casquillos de fijación, se laminan las uniones adhesivas, se verifican los parámetros geométricos, se aplica la masilla, luego se realiza la pintura, el pesaje, se hace el balanceo y, finalmente, se envía al almacén de productos terminados.

El diseño de la pala fue desarrollado específicamente por encargo de la División Eólica en 2016. Su longitud es de 51 m, con un peso de 8,5 tn, de las cuales el 90% corresponde a material compuesto de fibra de vidrio y el 10% a fibra de carbono. La pala está diseñada para una turbina de 2,5 MW utilizada por "Rosatom Energía Renovable". En su fabricación se emplean tejidos de fibra de vidrio y carbono producidos por la División de Materiales Compuestos.

La capacidad de producción de la planta es de 450 palas al año. Las palas han sido probadas en un centro de certificación conforme a normas internacionales.

# GKhK: Transformaciones del combustible

Los empleados del Complejo Minero-Químico (GKhK) saben cómo manejar el combustible nuclear irradiado para posteriormente convertirlo en un nuevo combustible. En febrero de este año, la empresa GKhK celebra su 75º aniversario. Esta empresa única, cuyas instalaciones en parte se encuentran dentro de una formación rocosa sobre el río Yeniséi, desempeña un papel clave en el desarrollo del ciclo cerrado del combustible nuclear en Rusia y en la gestión final del combustible nuclear irradiado (SNF).



## Cómo empezó todo

La historia del Complejo Minero-Químico (GKhK) se remonta al 26 de febrero de 1950, cuando el Consejo de Ministros de la URSS emitió una resolución sobre la construcción del Complejo N°815, una instalación subterránea de producción nuclear en la región de Krasnoyarsk. Más tarde, la instalación pasó a llamarse Complejo Minero-Químico.

El funcionamiento del complejo se basaba en tres reactores industriales de uranio-grafito construidos en secuencia: AD (1958), ADE-1 (1961) y ADE-2 (1964), así como en una planta radioquímica para el reprocesamiento de combustible y la producción de plutonio para uso militar. Para garantizar la protección contra posibles ataques, se decidió ubicar los reactores dentro de excavaciones en formaciones rocosas.

Los reactores AD y ADE-1 eran monofuncionales, diseñados exclusivamente para la producción de plutonio. Sin embargo, ADE-2 se convirtió en el primer reactor bifuncional del mundo, operando desde el principio en modo de potencia. Fue conectado a una planta termoeléctrica subterránea, que utilizó su calor para el suministro de calefacción a la ciudad de Zheleznogorsk durante casi medio siglo. El reactor ADE-2 no se cerró para su desmantelamiento hasta 2010.

Los dos primeros reactores se cerraron en 1992. En 2023, se completó su desmantelamiento mediante el método de «enterramiento in situ», que consiste en el relleno progresivo del espacio del reactor y de algunas salas anexas con material de barrera.

De este modo, se completó con éxito la principal tarea del Combinado Minero y Químico en el siglo XX: la producción en reactores y la separación de plutonio apto para armamento.



## Actualidad

Hoy en día, la misión clave del Complejo Minero-Químico (GKhK) es la creación de un complejo tecnológico integral para la gestión del combustible irradiado de los reactores de energía y el desarrollo

de un ciclo cerrado del combustible nuclear.

La prioridad actual es la puesta en marcha este año del segundo complejo de lanzamiento del Centro Experimental y de Demostración (ODC) para el reprocesamiento de combustible irradiado. La primera fase del centro fue construida en 2015 e incluye una serie de cámaras calientes con un laboratorio analítico, donde se investigan tecnologías para el reprocesamiento del combustible nuclear irradiado (SNF) y la gestión de residuos.

“La segunda etapa permitirá el reprocesamiento de SNF a escala industrial, lo que a largo plazo permitirá dejar de acumular y minimizar la eliminación de residuos radiactivos, así como acercar la transición a tecnologías energéticas de cuarta generación», comentó Vasily Tinin, Director de Política Estatal en el Campo de los Residuos Radiactivos, Combustible Nuclear Gastado y Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares y Radiactivamente Peligrosas de Rosatom.



En los próximos años, el Centro Experimental y de Demostración (ODC) se convertirá en la principal plataforma para el desarrollo de tecnologías sin precedentes en el mundo para el reprocesamiento de combustible nuclear irradiado (SNF). Como resultado, se obtendrán datos clave para el diseño de plantas radiotecnológicas a gran escala.

El segundo eje estratégico es la producción de combustible de óxidos mixtos de uranio y plutonio (MOX) para el reactor de neutrones rápidos BN-800 de la central nuclear de Beloyarskaya. Este combustible permite utilizar el plutonio como material para la fabricación de nuevo combustible reciclable. Las capacidades de producción fueron creadas entre 2011 y 2014. El equipo de la planta está completamente automatizado y ubicado dentro de celdas de protección radiológica y cámaras blindadas. La instalación de producción asegura la entrega rítmica de MOX-TVS y las recargas regulares del reactor BN-800 con combustible nuclear. Cabe recordar que el BN-800 se cargó completamente con ellos en 2022.

Un proyecto de gran importancia ecológica es la construcción del primer reactor experimental de sal líquida (IJSR) de Rusia en la planta del Complejo Minero-Químico (GKhK). Este reactor está diseñado para la transmutación o «combustión» de actínidos menores, elementos transuránicos altamente radiactivos y de larga vida que se generan durante la irradiación del combustible. Este proceso reducirá drásticamente el volumen de residuos y su período de semidesintegración.

Los trabajos de I+D para la creación de un reactor de investigación de sales líquidas comenzaron en 2020. Ya se ha preparado un diseño preliminar, se están elaborando tecnologías para preparar sales que combinarán las funciones de combustible y refrigerante, y se están realizando pruebas e investigaciones de materiales para los componentes estructurales del reactor y sus sistemas.

Una tarea vinculada a la construcción de un reactor de sales líquidas es el desmantelamiento del reactor ADE-2 y de la central termoeléctrica subterránea, cuya área está siendo preparada para la instalación del nuevo reactor. Se prevé que, una vez finalizados los trabajos, el edificio del reactor ADE-2 se convierta en un museo de la industria nuclear.

# Noticias de Kudankulam

En enero, llegó a las obras de la central nuclear de Kudankulam la vasija del reactor para la unidad N°6. El cliente indio, con la participación de Rosatom, está construyendo 4 unidades de potencia adicionales de diseño ruso, en el marco de la 2da y 3ra fases del proyecto. Otras 2 unidades de la central ya están en operación. Todas las seis unidades están equipadas con reactores VVER-1000.



## Vamos a conocer las últimas novedades de esta gran obra nuclear en la India.

La vasija del reactor VVER-1000 de 320 toneladas para la Unidad 6 de la central nuclear de Kudankulam, fue fabricada por la planta Atomash (parte de la División de Ingeniería Mecánica de Rosatom). Desde Volgodonsk, donde se encuentra la planta, la vasija del reactor fue transportada en un vehículo especializado hasta el muelle de la fábrica, donde se cargó en un buque fluvial con destino a Novorosiisk. Allí fue colocado en la bodega del barco, en la que recorrerá una distancia de 11.000 km.

La central nuclear de Kudankulam consta de 3 fases de construcción, cada una con dos unidades de potencia. La División de Ingeniería de Rosatom, en colaboración con NPCIL (Corporación India de Energía Atómica), está construyendo cuatro unidades adicionales. Las dos unidades de la primera fase ya están en funcionamiento.

En la Unidad N° 3 los trabajos de construcción están a punto de concluir. Se están instalando las tuberías de los sistemas de seguridad y de los sistemas auxiliares en el edificio del reactor. Se están colocando en sus ubicaciones de diseño los gabinetes de control del sistema de automatización de procesos tecnológicos (ACS TP) para los sistemas de operación normal y de seguridad. En el edificio de la turbina, los especialistas están ensamblando los cilindros de la turbina. Además, se está llevando a cabo la preparación para los primeros trabajos de puesta en marcha. Para este

año está prevista la conexión de la unidad a la red para su suministro eléctrico interno, la puesta en funcionamiento de la planta desalinizadora y la inundación de la cuenca de captación de agua. Para ello, se realizará la apertura controlada de la presa temporal. Todo esto forma parte de los preparativos antes del inicio de la prueba hidráulica en el reactor abierto, también programada para este año.

En la Unidad 4 se están construyendo activamente el edificio del reactor auxiliar y el edificio de turbinas, además se está levantando la contención externa del reactor. Los equipos de la instalación del reactor ya están en su posición de diseño y se está ensamblando la esclusa de transporte. En el segundo trimestre de este año está previsto el inicio de la soldadura de la tubería principal de circulación en el edificio del reactor.

Además, la División de Combustible de Rosatom está llevando a cabo trabajos en el marco del contrato de suministro de combustible nuclear para la tercera y cuarta unidades con reactores VVER-1000 y un ciclo de combustible de 18 meses, comenzando con la primera carga de combustible. Las unidades de la primera fase iniciaron su operación con un ciclo de combustible de 12 meses, pero debido a la introducción de combustible de diseño avanzado a partir de 2022, también han pasado a un ciclo de 18 meses.

En la Unidad 5 de potencia se están construyendo el edificio del reactor, el edificio del reactor auxiliar y el edificio de la turbina. Este año se planea completar el hormigonado de las paredes de las estructuras

internas del contenedor de seguridad hasta el nivel inferior de la losa de la sala central del edificio del reactor, así como instalar la vasija del reactor en su posición de diseño.

En la Unidad 6 también se están construyendo el edificio del reactor, el edificio de la turbina y el edificio del reactor auxiliar. En 2025 está prevista la instalación del equipo en el pozo del reactor, incluyendo el recipiente de la «trampa de fusión», la estructura de soporte en voladizo y la protección seca. Además, en el mismo año se realizará el envío de un conjunto de cuatro generadores de vapor para la Unidad 6 de potencia.

### Energía confiable para el sur de la India

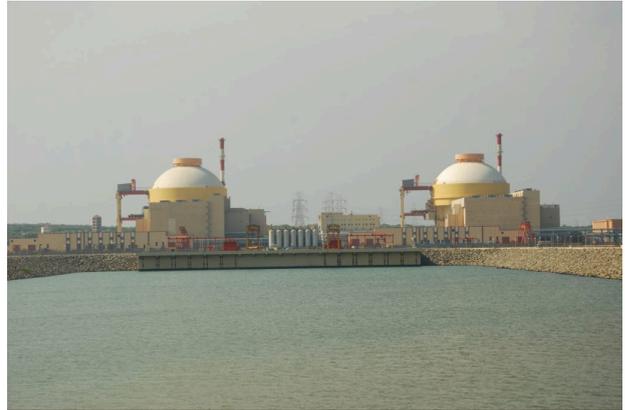
En cuanto a las unidades de la primera fase, en 2024 alcanzaron un hito importante: en julio, su generación de electricidad superó los 100.000 millones de kWh. Las unidades en operación suministran energía a unos 50 millones de hogares indios en los estados de Kerala y Tamil Nadu.

Cabe recordar que la primera unidad fue conectada a la red en octubre de 2013, y la segunda en agosto de 2016.

## Más de 100.000 millones de kWh: generación total de las dos primeras unidades de la central nuclear de Kudankulam

“El funcionamiento eficiente de la central nuclear Kudankulam es el resultado de la aplicación de soluciones de diseño probadas, del uso de equipos confiables y de la alta calidad de ejecución de los trabajos de construcción, instalación y puesta en marcha. Todas las etapas, desde el diseño hasta la operación, se llevan a cabo en estrecha y completa cooperación entre el cliente indio y el contratista ruso. Cada parte ha aportado su experiencia al proyecto, dando como resultado una instalación de producción tecnológicamente avanzada y eficiente, que cumple con los más altos estándares tanto de calidad como de seguridad tecnológica”, afirmó Alexey Zhukov, Vicepresidente Primero de Construcción de JSC ASE.

La central nuclear Kudankulam es la mayor planta de la India en términos de capacidad unitaria de sus unidades y capacidad total instalada. Especialmente para esta central, los ingenieros rusos desarrollaron una serie de soluciones tecnológicas, como un sistema de obras hidráulicas para el suministro ininterrumpido de agua marina para refrigeración y la protección del medio ambiente.



La cooperación de Rosatom con la India continúa. En particular, durante la visita del Primer Ministro de la India Narendra Modi a Rusia en 2024, el Director General de la Corporación Estatal, Alexey Likhachev, le propuso una cooperación con la posibilidad de una profunda localización en el desarrollo de reactores modulares pequeños (SMR).

# Un paso hacia una nueva era

La Agencia Internacional de Energía (AIE) ha publicado un informe analítico titulado "El camino hacia una nueva era para la energía nuclear". Lamentablemente, el informe no está exento de sesgos e distorsiones: sus autores hicieron todo lo posible por no mencionar la participación de Rusia en el mercado de construcción de nuevas instalaciones nucleares, incluidas las de pequeña escala. Por ello, al analizar este informe, complementaremos sus datos con información sobre la industria nuclear rusa.



## Situación actual

A pesar de las omisiones, el informe reconoce que los actores más activos en el mercado de la energía nuclear son Rusia y China, siendo ellos los principales impulsores del desarrollo de la industria. De los 52 reactores que han comenzado a construirse en todo el mundo desde 2017, 25 son de diseño chino y 23 de diseño ruso.



Los países tradicionalmente denominados «economías desarrolladas» albergan la mayor parte del parque mundial de centrales nucleares, pero se espera que, para 2030, China supere tanto a Estados Unidos como a la Unión Europea en capacidad total instalada.

«La renovación de este parque no está siendo fácil: la industria nuclear en los países tradicionalmente

considerados líderes del mercado, como EEUU y Francia, ha enfrentado dificultades en los últimos años, con retrasos en la ejecución de proyectos y sobrecostos en la construcción de todos los nuevos reactores de gran capacidad», señala el informe.

Esta frase refleja, como una gota de agua en el océano, el dilema principal de los autores del informe: presentar a Estados Unidos como líder, sin dejar de lado los datos que muestran que Rusia y China han tomado la delantera. Para los autores, esto representa riesgos, pero para aquellos que opten por colaborar con Rosatom, significa una gran oportunidad, ya que la corporación continúa perfeccionando sus soluciones tecnológicas de manera constante.

## De los 52 reactores en construcción en el mundo, 23 son de diseño ruso

«A pesar de la sólida posición que hemos alcanzado en el ámbito nuclear, no nos detenemos. Seguimos evolucionando y mejorando nuestro trabajo, tanto en el diseño del equipamiento, garantizando un nivel de seguridad sin precedentes, como en la eficiencia económica de nuestros productos. Actualmente, estamos desarrollando una instalación de reactor

para centrales nucleares con mayor potencia, características operativas más avanzadas y mejores indicadores técnico-económicos para su aplicación en Rusia y en el extranjero», declaró Valery Kryzhanovsky, Diseñador General de OKB Hidropress, al comentar el envío del reactor VVER-1000 a la central nuclear india de Kudankulam.



### **Crecimiento de la capacidad, tanto grande como pequeña**

Los autores del informe confían en que la generación nuclear seguirá creciendo en cada uno de los tres escenarios propuestos. El primero, STEPS, supone el mantenimiento de las políticas actuales; el segundo, APS, prevé el cumplimiento de los compromisos asumidos por los países y organizaciones; y el tercero, NZE, establece la meta de alcanzar emisiones netas cero.

«El parque nuclear mundial aumentará en los tres escenarios. En el escenario STEPS, la capacidad instalada crecerá aproximadamente la mitad, pasando de 416 gigavatios (GW) a finales de 2023 a 650 GW en 2050. En el escenario APS, la capacidad se duplicará con creces, alcanzando los 870 GW, mientras que en el escenario NZE superará los 1.000 GW (figura 2.3). En todos los casos, la extensión de la vida útil de los reactores juega un papel clave. Por ejemplo, en el escenario APS, para 2040, aproximadamente 150 GW, es decir, el 20 % de la capacidad global, provendrá de reactores cuya vida operativa ha sido extendida», señala el informe.

En su resumen ejecutivo, los autores ponen el énfasis en los pequeños reactores modulares (SMR): «Con el apoyo del Estado y gracias a nuevos modelos de negocio, los proyectos de SMR con costos competitivos pueden abrir el camino hacia una nueva era de la energía nuclear».

Sin embargo, en el texto principal del informe se reconoce que, a pesar del creciente interés por los SMR, estos no dominarán el sector nuclear del

futuro. «Los reactores de gran capacidad seguirán representando la mayor parte de las nuevas instalaciones nucleares en todos los escenarios; por ejemplo, en el escenario APS, entre 2024 y 2050, la capacidad total de los reactores de este tipo superará los 500 GW».

Cabe señalar que, en Rusia, Rosatom tiene previsto construir 38 unidades de gran, mediana y pequeña capacidad, incluidas las primeras de su tipo, en el periodo que va hasta 2042. Su capacidad total será de 29,3 GW. De ellas: 8 unidades de 1200 MW cada una, 7 unidades de 1255 MW, 2 unidades de 1000 MW y 5 unidades de 600 MW.

Por supuesto, también habrá reactores modulares pequeños (SMR). En particular, está previsto el lanzamiento de la primera central nuclear del mundo con un reactor de neutrones rápidos refrigerado por plomo, el BREST-OD-300.

Además, Rosatom trabaja en la creación de unidades de energía flotantes con reactores RITM-200 para el suministro energético del complejo minero de Baim, realizando trabajos preparatorios para el vertido de hormigón en la central nuclear terrestre de Yakutia con una versión modificada del reactor RITM-200, y desarrolla proyectos de SMR con reactores RITM-400 y «Shelf».

Asimismo, Rosatom se convirtió en la primera empresa en la historia en firmar un contrato de exportación para la construcción de una SMR. Seis unidades con reactores RITM-200 serán construidas en la región de Jizzakh, Uzbekistán.

### **Hasta 2042 se construirán en Rusia 38 unidades nucleares con una capacidad de 29,3 GW.**

Finalmente, la central nuclear flotante (PATES) que suministra electricidad y calefacción a Pevek, en Chukotka, confirma que Rosatom ocupa una posición de liderazgo en el segmento mundial de centrales nucleares de pequeña capacidad (SMR).



## Crecimiento y disminución de las inversiones

Las inversiones anuales en energía nuclear, que abarcan tanto la construcción de nuevas plantas como la extensión de la vida útil de las existentes, han aumentado casi un 50 % en los tres años transcurridos desde 2020, superando los 60.000 millones de dólares. Según el informe, en cada uno de los tres escenarios previstos se espera un crecimiento de las inversiones globales en energía nuclear y de la capacidad instalada.

En el escenario STEPS, las inversiones en el sector nuclear aumentarán ligeramente, pasando de aproximadamente 65.000 millones de dólares en 2023 a unos 70.000 millones en 2030. Se estima que para 2030, alrededor del 80% de las inversiones se destinará a la construcción de nuevos reactores de gran capacidad, 10% a centrales nucleares de pequeña capacidad (SMR) y otro 10% a la extensión de la vida útil y la modernización de reactores existentes.

Sin embargo, después de 2030, las inversiones anuales en energía nuclear disminuirán, especialmente después de 2040, alcanzando sólo 45.000 millones de dólares en 2050. Los autores del informe atribuyen esta caída a la reducción en la construcción de nuevos reactores en China y a la disminución de las inversiones tanto en reactores de gran capacidad como en SMR.

### Inversiones en energía nuclear en el escenario APS y NZE

Según el informe, en el escenario APS, las inversiones en energía nuclear a nivel mundial casi se duplicarán, alcanzando alrededor de 120.000 millones de dólares en 2030, de los cuales aproximadamente 25.000 millones se destinarán a centrales nucleares de pequeña capacidad (SMR). Sin embargo, después de 2030, las inversiones en plantas, tanto de gran como de pequeña capacidad, disminuirán bruscamente, situándose en 60.000 millones de dólares en 2050.

A partir de 2040, más de un tercio de las inversiones en generación nuclear se destinarán a reactores modulares pequeños (SMR). Los expertos de la AIE explican esta disminución por el hecho de que los sistemas energéticos de muchos países estarán cerca de completar su proceso de descarbonización o lo habrán alcanzado por completo para 2050, reduciendo así la necesidad de invertir en nuevas fuentes de generación con bajas emisiones de carbono.

En el escenario NZE, los autores del informe estiman que las inversiones en energía nuclear alcanzarán 155.000 millones de dólares en 2030, para luego disminuir a unos 70.000 millones en 2050. Según el informe, esto se debe a un ritmo acelerado de descarbonización de los sistemas energéticos para 2040.

En todos los escenarios, un crecimiento más rápido de la demanda de electricidad de lo previsto inicialmente podría mejorar la estabilidad de las inversiones en energía nuclear a largo plazo.

## Comparación con otras fuentes de energía

Según las estimaciones de la AIE, entre 2024 y 2050, las inversiones acumuladas en energía nuclear podrían alcanzar: 1,7 billones de dólares en el escenario STEPS, 2,5 billones de dólares en el escenario APS y 2,9 billones de dólares en el escenario NZE.

Sin duda, el aumento previsto en el flujo de inversiones hacia la industria nuclear global es una señal positiva. Sin embargo, al comparar estas cifras con las inversiones en otros segmentos del sector energético, resulta evidente que las estimaciones de la AIE reflejan un persistente y extremadamente bajo interés inversor en la energía nuclear.

Por ejemplo, el informe Energy Outlook de BP, publicado en julio de 2024, señala que en los últimos años las inversiones en energía de bajas emisiones han crecido rápidamente. Desde 2019, estas inversiones han aumentado en aproximadamente un 50 %, alcanzando 1,9 billones de dólares en 2023.

Una simple comparación de cifras demuestra que la participación de la energía nuclear en la inversión total en energía baja en carbono en 2023 fue de apenas el 3,4 %. Además, la evaluación de las inversiones en energía nuclear para los próximos 27 años en el escenario STEPS es inferior a la inversión en energía baja en carbono realizada en un solo año, 2023.

## Más de 60.000 millones de dólares: inversión global anual en energía nuclear

### Recomendaciones en acción

Los expertos de la AIE señalan que, para financiar la construcción de nuevas centrales nucleares, modelos como las asociaciones público-privadas o el financiamiento de proyectos no son adecuados debido a los riesgos asociados con la larga vida útil de las plantas, los altos costos de construcción, el sobrecosto y el prolongado período antes del retorno de la inversión. Por esta razón, es necesaria una sólida participación estatal, especialmente en los proyectos pioneros.

Para reducir los riesgos de sobrecostos, es fundamental contar con una sólida base industrial, garantizar suministros estables y flexibles, aplicar procesos de estandarización y producción en serie, y disponer de personal capacitado.

Rosatom cumple con todos estos requisitos. La Corporación dispone de capacidades de producción propias para fabricar el equipamiento necesario, así como infraestructura de procesamiento de datos y software avanzado para realizar cálculos en el diseño y la ingeniería de reactores, componentes, ensamblajes, combustibles y análisis del comportamiento de los núcleos de los reactores, entre muchos otros procesos clave.

### Rosatom: de la innovación a la implementación global

Rosatom desarrolla nuevos proyectos que primero implementa en Rusia, los pone en producción en serie y luego los ofrece a clientes en todo el mundo.

En el segmento de reactores de gran capacidad, un ejemplo clave es el VVER-1200. Unidades con este reactor han sido construidas en las centrales nucleares de Leningradskaya y Novovoronezhskaya en Rusia, así como en Bielorrusia. Actualmente, se están construyendo reactores de este tipo en Rusia, China, Turquía, Egipto y Bangladesh, y próximamente comenzará la construcción en Hungría.

En el segmento de reactores modulares pequeños (SMR), destaca el RITM-200, que lleva varios años en operación en los rompehielos del proyecto 22220 y ahora sirve como base para la creación de unidades de energía flotantes y terrestres de baja potencia.

El siguiente paso es el desarrollo de un modelo de energía dual con un ciclo de combustible nuclear cerrado, basado en reactores de neutrones rápidos de IV generación. «En la próxima década, comenzaremos la construcción de unidades de gran capacidad con esta tecnología en nuestro país y ofreceremos estos proyectos a clientes internacionales», anunció el Director General de Rosatom, Alexey Likhachev, durante el foro «Conocimiento. Estado» a finales de enero.

Rosatom mejora continuamente las tecnologías y materiales para el desarrollo de unidades de energía nuclear y combustible nuclear, incorporando innovaciones como tecnologías aditivas y materiales compuestos. Además, se optimiza la cultura de producción, con mejoras en los procesos tecnológicos y comerciales, muchas de ellas desarrolladas por los propios empleados de la Corporación Estatal.

Por último, se realiza un enorme trabajo en la formación de especialistas cualificados para la industria, un proceso que comienza en las escuelas y, en algunos casos, incluso en jardines de infancia.

Así, lo que los expertos de la AIE sólo recomiendan a su público objetivo, Rosatom lo ha estado implementando de manera continua durante muchos años.

# «Estamos enfocados en una cooperación a largo plazo»

El Director del Centro "Rosatom América Latina", Iván Dybóv, habla sobre las tendencias del mercado nuclear global, los principales proyectos de Rosatom en América Latina y los planes para este año.



## — ¿Cuáles son los principales resultados de 2024 para la industria nuclear rusa?

— El año 2024 fue un año clave para Rosatom y para toda la industria nuclear. Nuestra corporación se ha consolidado como líder mundial en el desarrollo de tecnologías nucleares de IV Generación. En diciembre, pusimos en operación experimental e industrial el módulo de fabricación y refabricación de combustible del reactor BREST-OD-300, la primera instalación de un innovador complejo energético nuclear de nueva generación.

Además, en 2024, Rosatom firmó el primer contrato de exportación del mundo para la construcción de una central nuclear de pequeña capacidad (SMR). La planta, con una capacidad de 330 MW, compuesta por 6 reactores de 55 MW cada uno, que será construida en Uzbekistán. La puesta en marcha de la primera unidad está prevista para finales de 2029.



El 2024 también estuvo marcado por el 65º aniversario de la flota de rompehielos nucleares de Rusia. Los nuevos rompehielos garantizan la navegación durante todo el año a lo largo de la Ruta Marítima del Norte, que se está convirtiendo en la principal arteria de transporte marítimo de Eurasia.

Rosatom sigue siendo el líder mundial en exportación de centrales nucleares, con una participación de mercado que supera el 90%. Actualmente, 22 unidades de potencia están en construcción en 7 países.

## — ¿Cuáles son las principales áreas de actividad de Rosatom en América Latina?

— Rosatom presta especial atención al desarrollo de proyectos en América Latina. Actualmente, el proyecto clave es la construcción de un Centro de Investigación Nuclear, que ha entrado en su fase final.

El 11 de septiembre de 2024, se firmó un contrato entre Uranium One Group (parte de Rosatom) y la empresa estatal boliviana YLB (Yacimientos de Lito Bolivianos) para la construcción de un complejo de extracción y producción de carbonato de litio en el salar de Uyuni, en el departamento de Potosí, Bolivia.

Podemos decir que estamos participando activamente en la creación de una nueva industria en el país, además de generar empleos altamente calificados.



Llevamos a cabo con éxito el suministro de productos isotópicos para las necesidades de la medicina nuclear en Brasil, donde ocupamos una participación significativa del mercado. Además, hemos cumplido plenamente nuestros compromisos de entrega de isótopos industriales para la empresa Eletronuclear.

Seguimos cumpliendo con los contratos de suministro de productos y servicios del ciclo del combustible nuclear a Brasil. La parte rusa ha sido ganadora en la licitación de la empresa INB para la prestación de servicios de enriquecimiento y conversión de uranio suministrado desde Brasil. La firma del contrato está prevista para principios de este año.

## — ¿Cuáles son las principales tendencias del mercado de la energía nuclear en la actualidad?

— El mercado de la energía nuclear está

estrechamente vinculado a otros sectores de la economía y, por lo tanto, está inevitablemente sujeto a la influencia de factores externos y cambios globales. En este contexto, los actores del mercado deben adaptarse oportunamente a las nuevas realidades.

Una de las principales tendencias en la industria nuclear global es la transición hacia contratos a largo plazo (de 10 a 15 años o incluso acuerdos para todo el ciclo de vida de una central nuclear). Estos contratos implican el suministro integral de productos del ciclo del combustible nuclear, en lugar de entregas separadas de componentes individuales.

La principal ventaja de la cooperación a largo plazo es que permite a todos los participantes del mercado, tanto productores como compradores, planificar sus actividades con décadas de anticipación. Este enfoque ayuda a minimizar los riesgos financieros, productivos y logísticos, garantizando un equilibrio óptimo de intereses.

Los productores pueden planificar con antelación sus inversiones y gestionar sus capacidades de manera flexible, mientras que los compradores obtienen la garantía de suministros estables y confiables.

Además, los contratos a largo plazo permiten establecer precios previsible, lo que resulta especialmente relevante en un contexto de creciente volatilidad en los costos de los recursos energéticos a nivel global.

Los mercados internacionales de energía nuclear, incluida América Latina, pueden beneficiarse significativamente de la expansión de los contratos a largo plazo. Esto fomenta el desarrollo sostenible del sector y crea un entorno comercial más predecible y estable.

En países de la región, como Brasil, ya existe la práctica de firmar contratos a largo plazo. Sin embargo, su duración generalmente se limita a cinco años, lo que dificulta la planificación estratégica y el desarrollo sostenible. Además, los obstáculos burocráticos, como procesos de toma de decisiones prolongados y procedimientos de compra inflexibles, generan desafíos adicionales.

Estas restricciones conducen a retrasos en los suministros, aumento de costos y, en consecuencia, a una menor competitividad del sector, en un momento en que muchos países buscan activamente formas de impulsar su desarrollo, mientras que Rusia continúa consolidando su

liderazgo.

Si Brasil no logra superar estas barreras, el incremento de los costos en el sector energético podría volverse crítico, poniendo en riesgo el progreso de la industria.

### **— ¿Cómo cree que los recientes acontecimientos en la escena geopolítica pueden afectar la cooperación de Rosatom con Brasil?**

— Rosatom parte del principio de que la energía nuclear debe permanecer al margen de la coyuntura política. Operamos con transparencia y en beneficio de nuestros clientes y socios en todo el mundo, cumpliendo estrictamente con las normativas internacionales y nacionales.

La politización del uso pacífico de la energía nuclear es inaceptable, especialmente considerando que los proyectos nucleares tienen un ciclo de vida extremadamente largo, que puede abarcar casi un siglo.

La cooperación responsable y eficiente en la industria nuclear no solo es un pilar fundamental para la reputación empresarial, sino también un elemento clave para garantizar la seguridad nuclear global.

### **— ¿Cuáles son los planes de Rosatom para 2025?**

— 2025 será un año trascendental para la industria nuclear de Rusia, que celebrará su 80º aniversario. Es una fecha significativa no sólo para nuestro país, sino también para la energía nuclear a nivel mundial, donde Rusia desempeña un papel clave. Para nosotros, este año será aún más especial, ya que celebraremos el 10º aniversario de la creación del centro regional de Rosatom en Río de Janeiro.

En Brasil, esperamos decisiones que marcarán el rumbo del desarrollo de la generación nuclear, en particular, la finalización de la construcción de la central Angra-3. Este proyecto representa un paso fundamental para aumentar la participación de la energía nuclear en la matriz energética del país y dará un nuevo impulso al crecimiento del sector.

En el ámbito de la medicina nuclear, trabajamos activamente para ampliar la cooperación e introducir nuevos isótopos para el tratamiento del cáncer. Actualmente, estamos avanzando en el suministro de prueba del isótopo Lu-177, destinado a la producción de radiofármacos.

Otro impulsor clave del sector este año será la creación de un modelo de cooperación con empresas privadas para la extracción de uranio en Brasil. El desarrollo de yacimientos de uranio abre grandes oportunidades para el país, tanto en el mercado interno como a nivel internacional.

Estamos convencidos de que 2025 será un año de nuevos logros y oportunidades. Gracias a nuestra experiencia y liderazgo tecnológico, podemos contribuir significativamente al desarrollo del sector nuclear en Brasil y América Latina, y estamos abiertos a cualquier formato de cooperación.