



Miami, Florida  
33134, USA

Cel. +52 55 2129 0567

<http://www.riscmiami.com>

## News Clip: Small Modular Reactor II

VS 22.01.2024

La creciente demanda de energías limpias ante la problemática del cambio climático, nos ha llevado a seguir de cerca las nuevas tendencias en la generación alternativa de energía eléctrica. **¿Puede la energía nuclear y las últimas tendencias en su desarrollo ser parte de una solución para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>?** El Small Modular Reactor – en la fase inicial de su desarrollo – muestra un gran potencial.

Hemos publicado ya varios News Clip (Small Modular Reactor, Julio 2023) y artículos (Parque Solar Puerto Peñasco, Abril 2023; 16MW-Wind Turbine, China) en el contexto de la generación de energía alternativa.

Esta vez nos llaman la atención publicaciones recientes sobre los avances del desarrollo de los “pequeños reactores modulares” (SMR por sus iniciales en inglés) en Rusia. Estamos observando avances rápidos en el sector tecnológico de esta alternativa de generación de energía nuclear. Aunque no es una tecnología en el radar de todos, vale la pena mantenerse informados al respecto. Los países de Latinoamérica son ciertamente un mercado en donde, a futuro, los SMRs pueden jugar un papel más preponderante y así contribuir a una matriz energética equilibrada dentro del contexto de la producción de energía eléctrica de cada país.

### Los “Small Modular Reactors” (SMRs)

Mientras que en muchos sectores industriales se busca incrementar capacidades y tamaños de plantas de producción, en el segmento de las plantas de energía nucleares desde hace varios años los desarrolladores e ingenieros de plantas nucleares se enfocan a diseñar, fabricar y probar reactores modulares con capacidades menores a las acostumbradas.

Hasta hace poco, todas las plantas nucleares que entraban en operación tenían capacidades de entre 1.300 MW y 1.600 MW. Muchos de estos proyectos implicaban e implican todavía hoy

- Diseños hechos a la medida considerando la ubicación, disponibilidad de agua y conexión terrestre
- Por la complejidad del proyecto cambios al diseño en la fase de construcción
- Periodos de construcción de por lo menos 5 - 6 años

- Seguimiento de normas regulatorias locales con complejidades diferentes para cada región
- Procesos burocráticos tediosos y sujetos a cambios a políticas locales imprevisibles
- Sobrecostos fuera de control a lo largo del proyecto

Con lo anterior en mente, varias empresas desarrolladoras e investigadoras de la tecnología nuclear han empezado a estudiar nuevos conceptos, con un diseño mas compacto y capacidades reducidas. En este contexto se ha llegado a diseñar plantas con capacidades entre 75 MW y 300 MW. Uno de los cambios más relevantes es el concepto modular de estos nuevos proyectos, con prototipos ya en fase de pruebas e implementación inicial en China y Rusia.

Las ventajas de esta nueva configuración de las centrales nucleares resultan principalmente en su tamaño y la prefabricación de las componentes principales:

- Los SMRs, por su tamaño, pueden ser instalados en lugares no aptos para las centrales nucleares tradicionales. Los módulos prefabricados – de dimensiones más reducidas - son trasladados de la planta de producción al lugar de su futura operación mediante barco, plataforma y/o avión.
- Se vislumbra la fabricación en serie de los módulos principales. En China ya se han realizado las primeras pruebas de operación del reactor modular (factory acceptance test) en la misma instalación de fabricación para después trasladar la componente a la central eléctrica designada en donde se realiza su instalación.
- La posibilidad de construir los módulos en los talleres del fabricante, abre la puerta a la producción masiva de los reactores con la consecuente reducción de costos y optimización de los tiempos de producción.
- Una vez establecido el marco regulatorio legal y de seguridad para las componentes, los procedimientos burocráticos para instalaciones futuras deberían reducirse de forma considerable.

No contamos todavía con información más detallada sobre los módulos principales de los SMRs. Sin embargo, además del modulo del circuito primario es decir la vasija del reactor con sus elementos radioactivos, generadores de vapor y las bombas de circulación para la refrigeración, y el

contenedor del circuito primario (radioactivo), habrá seguramente el módulo con los intercambiadores de calor del circuito secundario, un módulo para la transformación eléctrica así como las instalaciones auxiliares.

Los SMRs pueden ser instalados en áreas remotas con una cobertura reducida de líneas de transmisión. Ya se están estudiando “Microreactores” de hasta 10 MWe. Estos últimos serían aptos para áreas muy aisladas o para alimentar industrias en áreas sin infraestructura (minería).

La filosofía de seguridad en los SMRs es mas sencilla que en las centrales nucleares tradicionales. Los conceptos se basan en sistemas pasivos y características de seguridad inherentes del reactor. Fenómenos físicos como circulación natural, convección, gravedad, y auto-presurización son los elementos rectores de la seguridad.

Los requerimientos de carga del combustible nuclear (Uranio <sup>235</sup>) es también reducida con respecto a las plantas nucleares convencionales. Una recarga puede durar hasta 6 años lo que reduce significativamente el ritmo de las operaciones de recarga.

## **Investigaciones en Rusia**

Ya hemos reportado en un News Clip anterior sobre la pruebas exitosas de las pruebas de aceptación de fabrica para el modulo del reactor del Linglong One ACP100 (125 MW) para la Changjiang Nuclear Power Plant en el sur de la provincia Hainan en China.

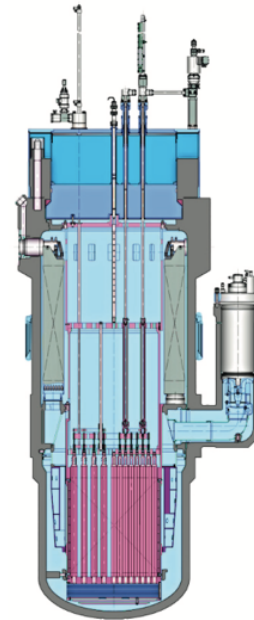
En esta oportunidad, no queremos dejar de reportar sobre el desarrollo de los SMRs en Rusia. Todo indica que hay avances interesantes en este nicho de mercado. Cabe mencionar que Rusia es uno de los muy pocos países que cuenta con los barcos rompehielos propulsados por energía nuclear.

Par este fin, la empresa Rosatom ha desarrollado el SMR RITM-200, un pequeño reactor modular de agua presurizada, con una capacidad de 55 MWe. El reactor requiere una recarga cada 7 años con Uranio<sub>235</sub> enriquecido; su vida útil estimada es de 40 años.

Todo indica que se tiene amplia experiencia con este reactor, que superó ya la fase de investigación inicial y está actualmente operando en tres barcos rompehielos en el Mar Ártico. La segunda generación de reactores para estos navíos ya esta en producción.



*El Barco Rompehielos*



RIMT-200

*El Reactor RIMT-200*

La imagen de una presentación reciente para la IAEA (Agencia Internacional de Energía Atómica) por parte de Afrikantov OKBM, la sucursal de Ingeniería Mecánica de Rosatom, nos muestra el paso exorbitante en el desarrollo de los barcos rompehielos:

### RITM Reactor Plants



**2020**, the Multipurpose Nuclear-Powered Icebreaker (MNPI) **Arktika** commissioned

**2021**, the MNPI **Sibir** commissioned

**2022**, the MNPI **Ural** commissioned

**2024**, the MNPI **Yakutiya** to be commissioned

**2026**, the MNPI **Chukotka** to be commissioned



**2027**, the Lead **Nuclear-Powered Icebreaker Leader** to be commissioned that will enable year-round navigation on the Northern Sea Route according to the RF President's Executive Order No. 635 dated Oct. 26, 2020

**2028**, the **5th serial MNPI** to be commissioned

**2030**, the **6th serial MNPI** to be commissioned



Con base en esta experiencia previa, Rosatom ha empezado con el desarrollo del RITM-200N. La empresa considera los SMRs como los más prometedores para el desarrollo de la energía nuclear para fines de generación eléctrica en Rusia. Un proyecto piloto con el RITM - 200N está planeado

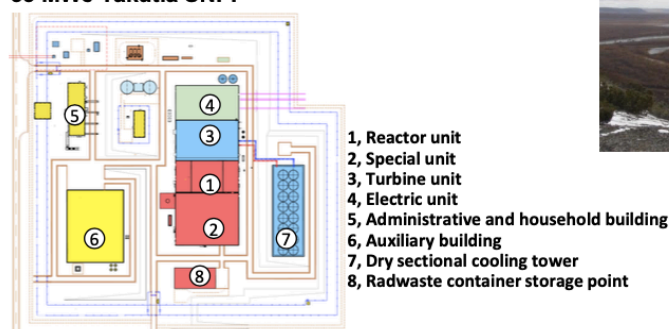
para entrar en operación en 2028. El reactor se adaptará para su instalación en una central eléctrica. La capacidad térmica del reactor será de 190 MW mientras que la capacidad eléctrica será de 55 MWe.

El diseño contempla una vida útil de 60 años con un intervalo de recarga del combustible de 5-6 años.

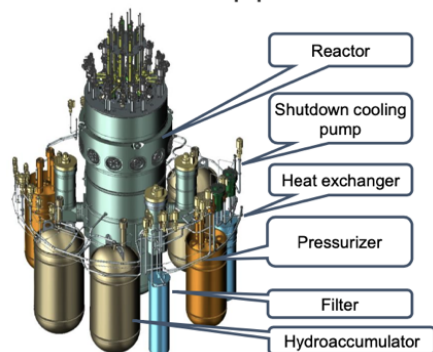
Unos pormenores técnicos del RITM-200N se presentan en las siguientes graficas:

## RITM-200N-based SNPP General Layout Diagram

### 55 MWe Yakutia SNPP



### Reactor Plant Main Equipment



<b>Electric power, MW, gross:</b>	<b>55</b>
<b>Station area, acres (km<sup>2</sup>)</b>	<b>30 (0.12)</b>
Refueling interval, year	6
<b>Service life, year</b>	<b>60</b>
Load follow operation in the power range, % of rated power	20–100
<b>Steady-state availability factor over the reactor plant service life</b>	<b>over 0.9</b>

Las imágenes anteriores son de la ya mencionada presentación de Afrikantov OKBM (<https://nucleus.iaea.org/sites/INPRO/df21/slides/3.10-Yurina.pdf>), el diseñador y proyectista ruso, filial de Rosatom. Al final de este documento hacemos referencia a otros links interesantes que hemos consultado al escribir este documento.



Hemos mencionado las capacidades del reactor RITM–200N: una capacidad térmica de 190 MW y una capacidad eléctrica de 55 MWe. En principio hay una cantidad enorme de energía térmica que queda inutilizada en este momento. Es fácil suponer que en un próximo futuro se buscarán soluciones para utilizar este exceso de energía térmica también para procesos industriales.

De acuerdo con las fuentes consultadas, antes del 2030, se entregarán las primeras SMRs en Rusia con el reactor RIMT 200N. Experiencias con Akademik Lomonosov, un buque flotante que produce energía nuclear (70 MWe) desde 2019, han sido satisfactorias y se tiene planeado utilizar la tecnología del RITM 200 para futuras generaciones de centrales nucleares flotantes.

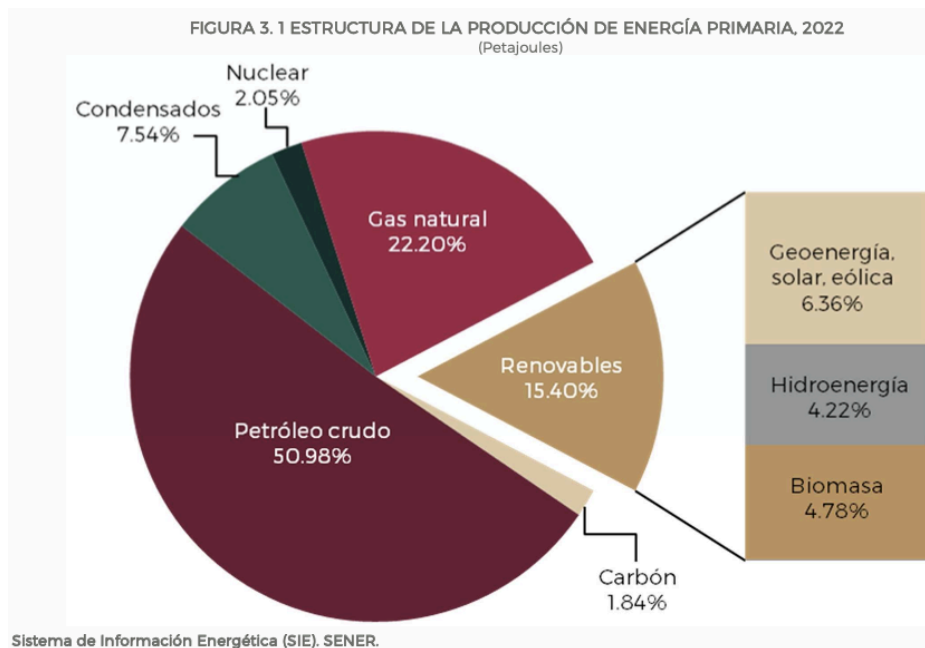
También en China se registran avances con un ritmo muy similar. Podemos entrever que para 2030 ya tendremos SMRs operando comercialmente en Rusia y en China.

## **Conclusiones**

Desde nuestra perspectiva la tecnología nuclear volverá ser un tema en el próximo futuro. Sobre todo en la búsqueda de la reducción de las emisiones CO<sub>2</sub> y ante evidentes limitaciones de la energía solar y eólica, una alternativa viable pueden ser los SMRs: el ahorro de energía generada por combustóleo es enorme.

Enfocándonos en las circunstancias de México, no podemos dejar de pensar en este contexto a la Baja California, el estado de la Republica que no está conectada a la red de líneas de transmisión nacional. Asimismo existen áreas remotas con operaciones mineras en donde una autosuficiencia energética con el uso de la energía nuclear podría ser objeto de estudio. Desde luego, consideramos todo Latinoamérica un territorio fértil para el concepto de la fabricación en serie los SMRs.

México cuenta actualmente con una sola central nuclear, la de Laguna Verde, con una capacidad de 2 x 820 MW. La tecnología (General Electric / Westinghouse) es de los años 70s del siglo pasado, y su operación comercial empezó en 1990 (Unidad 1) y 1995 (Unidad 2). En 2005 se realizaron actividades de modernización que incrementaron la vida útil de la central a 50 años. Laguna Verde contribuye con el 3% de la energía neta producida en México (SENER 2022). La dependencia de petróleo crudo y gas natural para la generación de energía eléctrica es muy alta en México y un incremento de la aportación eléctrica con energía nuclear podría contribuir a balancear un poco la matriz energética del país.



Queda por esperar que las Autoridades Mexicanas correspondientes, Universidades, Institutos Tecnológicos sigan de cerca el desarrollo y los últimos avances de la tecnología nuclear. Si la fabricación en serie de los módulos nucleares toma vuelo, tendremos a disposición una energía limpia que puede reducir significativamente la dependencia de combustibles fósiles. En este contexto cabe mencionar que también en los Estados Unidos la Nuclear Regulatory Commission (NRC) otorgó la primera certificación para el diseño de un SMR a NuScale Power, la primera empresa a recibir tal refrendo.

Sobre los seguros para centrales nucleares hemos comentado en nuestro News Clip anterior sobre los SMRs en China (<https://riscmiami.com/en/clips/smr-smal-modular-reactor>). Si el enfoque de los reactores modulares pequeños de la industria nuclear se desarrolla como esperamos y se confirma la tendencia de la producción en masa de reactores pequeños, la industria de seguros tendrá por delante nuevos desafíos. Por otro lado, la fabricación de los módulos en talleres especializados - sin carga de combustible nuclear – abre la puerta a inspecciones de riesgo, sí especializadas, pero dentro de la tecnología convencional.

2127 Brickell Av. Miami, 33129, Florida, USA

Tel. +52 728 287-7321

Cel. +52 55 2129-0567 <http://www.riscmiami.com>



## Referencias

<https://riscmiami.com/en/clips/smr-smal-modular-reactor>

<https://en.wikipedia.org/wiki/RITM-200>

<https://scenarieconomici.it/la-russia-e-pronta-a-offrire-il-proprio-know-how-allindia-per-lo-sviluppo-dei-reattori-nucleari-modulari/>

<https://scenarieconomici.it/smr-breve-riassunto-della-soluzione-nucleare-per-il-futuro/>

<https://atommedia.online/en/2023/12/07/rosatom-nachal-izgotovlenie-oborudov/>

<https://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/rosatom-completed-production-of-ritm-200-reactors-for-a-series-of-universal-nuclear-icebreakers/>

<https://nucleus.iaea.org/sites/INPRO/df21/slides/3.10-Yurina.pdf>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Akademik\\_Lomonosov](https://es.wikipedia.org/wiki/Akademik_Lomonosov)

<https://www.energy.gov/ne/articles/nrc-certifies-first-us-small-modular-reactor-design>