Imagen: conservativeenergynetwork.org/

CURIOSIDADES SOBRE EL BWRX-300: EL REACTOR NUCLEAR PEQUEÑO

Razonar con evidencia

por Gilberto Espinosa Paredes y José Ignacio Raúl Espinosa Fonseca

Cómo citar este artículo en APA 7.ª edición
Espinosa-Paredes, G. & Espinosa-Fonseca, J. (2026). Curiosidades sobre el BWRX-300: el reactor nuclear pequeño. *Expresiones UVM, 14(3)*. 31-34.

El reactor nuclear modular pequeño fue diseñado para producir electricidad con bajas emisiones de carbono

El significado de las siglas BWRX-300 es: B significa ebullición, WR significa reactor de agua, mientras que la letra X hace referencia a su posición como la décima evolución de una familia tecnológica, desarrollada desde 1955, y el número 300 indica la capacidad instalada para generar energía eléctrica (300 millones de vatios (MWe).

Los reactores tipo BWR, se caracterizan por tener agua en su interior, la cual tiene la capacidad de convertirse en vapor; este vapor se usa directamente para generar electricidad a través del movimiento de una turbina. Dicho proceso se llama ciclo directo y es el único diseño a nivel mundial que produce vapor directamente en el reactor. Mientras que los demás diseños usan ciclos indirectos, es decir, separan el agua del reactor del sistema de turbinas a través de un circuito secundario donde se genera el vapor.

Este artículo tiene como propósito presentar el BWRX-300, uno de los avances tecnológicos más importantes en reactores pequeños.

El origen del reactor nuclear pequeño

El BWRX-300 es un reactor nuclear modular pequeño (conocidos como SMR) de última generación. Su diseño genera 300 millones de watts de electricidad de energía limpia para abastecer

de electricidad a unos 300,000 hogares.

El reactor nuclear modular pequeño fue diseñado para producir electricidad con bajas emisiones de carbono y reducir los costos, así como los tiempos de construcción respecto a las centrales nucleares convencionales que son construidas a gran escala de muy altas potencias entre 3 y cerca de 6 veces que un BWRX-300 y sistemas activos como bombas eléctricas y válvulas automáticas para mover el agua. Contrario al BWRX-300 que no requiere bombas para mover el agua en su lugar usa las fuerzas de gravedad, y esto se conoce como seguridad pasiva.

En la Figura 1 es una imagen ficticia creada por IA que muestra una central nuclear equipada con el reactor BWRX-300, un modelo compacto de agua en ebullición diseñado bajo los más estrictos estándares de seguridad para la generación de energía eléctrica.

Diseño y funcionamiento del reactor BWRX -300

El BWRX-300 utiliza piezas prefabricadas y tiene un 90% menos de complejidad que las plantas nucleares tradicionales. No usa bombas mecánicas para mover el agua que enfría al núcleo del reactor (convección forzada). Su diseño se basa en el principio físico de convección natural: el agua caliente sube y el agua fría baja debido a la gravedad y a la temperatura. A este proceso natural se le conoce como seguridad pasiva. El diseño del reactor incorpora características de seguridad pasiva, dado que no depende de sistemas mecánicos como bombas y válvulas. En suma, el BWRX-300 es el resultado de décadas de simplificación, pasando por la eliminación de bombas externas de recirculación y la adopción de sistemas donde el agua circula naturalmente por diferencia de temperatura.

Bases tecnológicas

Las bases tecnológicas del BWRX-300 (Ver Figura 2) son reactores más grandes que ya fueron aprobados en Estados Unidos; incluyen el diseño del Reactor Económico Simplificado de Agua en Ebullición (ESBWR) de seguridad pasiva de 1500 MWe de capacidad instalada, que fue certificado por el órgano regulador de Estados Unidos, aunque no se han construido comercialmente. El ESBWR tiene como predecesor el Reactor Avanzado de Agua en Ebullición (ABWR) con las características de seguridad pasiva, pero diseñado para una potencia eléctrica de 600 MWe. La evolución anterior al ESBWR es el Reactor Avanzado de Agua en Ebullición (ABWR) con una potencia eléctrica de 1350 MWe y presenta mejoras respecto a diseños anteriores, incorporando bombas en el interior del reactor nuclear, minimizando válvulas y tuberías externas al reactor, incrementando la seguridad. En Japón operan cuatro ABWR y hay dos en construcción. Taiwán cuenta con dos unidades ABWR.

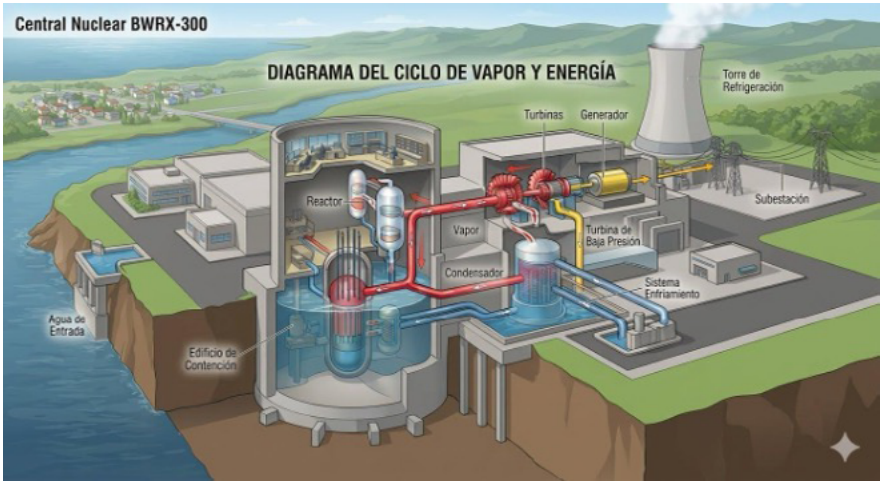
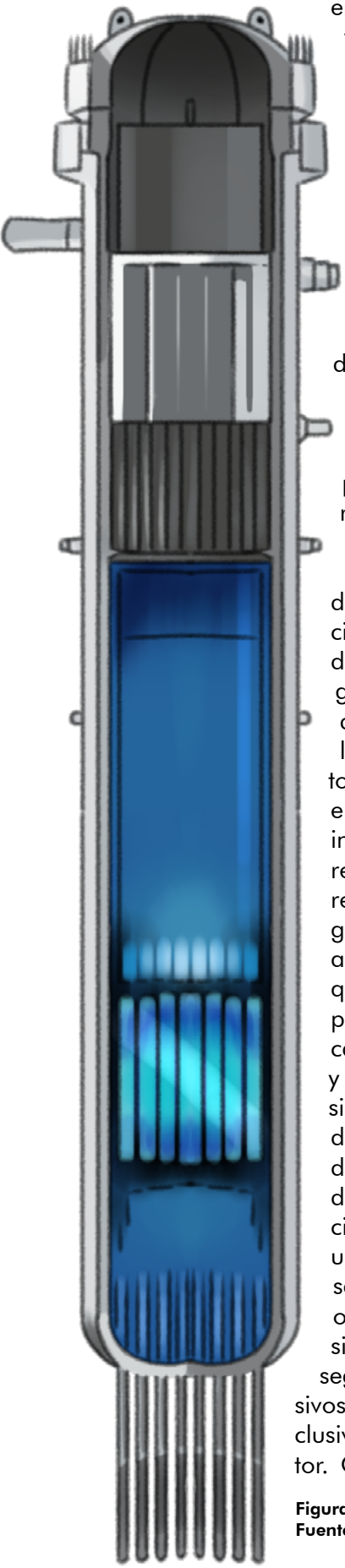


Figura 1. Central nuclear equipada con un reactor BWRX-300
Fuente: Imagen generada por Gemeni (Google, 2026) a partir del prompt: "generar una imagen de una central nuclear con un reactor BWRX-300"

Beneficios del BWRX-300: Sistemas pasivos y seguridad

El incidente de la central nuclear de Fukushima ocurrido en 2011 tras un terremoto que generó un tsunami con olas de más de 15m de altura e inundó las instalaciones impidiendo que los generadores diésel arrancaran para generar energía eléctrica de respaldo y, sumado con que el respaldo de energía eléctrica por baterías para sistemas esenciales no fue suficiente, ocasionó que la energía residual del reactor (calor generado después que el reactor es apagado) limitará la capacidad de enfriamiento. Los sistemas de enfriamiento funcionan con convección forzada, es decir, con bombas y válvulas cuyo funcionamiento necesita energía eléctrica; en este caso, el respaldo de los generadores diésel. Todo esto ocasionó daños al núcleo y a esto se le conoce como accidente severo, dejando lecciones aprendidas y la tecnología



en torno a los fenómenos ocurridos, permitieron el diseño de sistemas de seguridad pasivos que funcionan por fuerzas de la gravedad.

Un escenario esperado en reactores nucleares es el caso de una despresurización o pérdida de refrigerante, en donde abren los depósitos de agua elevados que inundan el recipiente del reactor por gravedad, asegurando que el núcleo permanezca cubierto y refrigerado sin depender de generadores diésel de emergencia, evitando un accidente severo. No obstante, los sistemas de seguridad pasivos no son exclusivos del reactor. Otro sistema pasivo de gran relevancia desde el punto de vista de la seguridad de la central nuclear es el sistema de refrigeración pasiva de la contención. La contención es una barrera en profundidad en cuyo interior se localiza el reactor, siendo importante durante el apagado del reactor para eliminar el calor residual mediante condensadores de circulación natural (Pomogaev et al. 2025). Estos sistemas están diseñados para funcionar de forma independiente sin necesidad de intervención humana ni alimentación de corriente eléctrica.

Figura 2. Reactor nuclear pequeño (SMR) tipo BWRX-300
Fuente: Ilustración elaborada por el equipo de UVM Expresiones.

Figura 3. Hacia la primera central nuclear con reactores nucleares pequeños tipo BWRX-300
Fuente: (GE Vernova, s.f.).

Los reactores BWRX-300 hoy a nivel mundial

El reactor modular pequeño (SMR) BWRX-300, diseñado por GE Vernova Hitachi, lidera la carrera global para el despliegue comercial de la energía nuclear de nueva generación. El proyecto más avanzado del mundo se localiza en el Proyecto de Nueva Energía Nuclear de Darlington en Ontario, gestionado por Ontario Power Generation (OPG). OPG obtuvo formalmente la licencia de construcción por parte de la Comisión de Seguridad Nuclear de Canadá (CNSC) y el primer BWRX-300 entrará en operación comercial hacia finales de 2030, es decir, conectado a la red eléctrica. En Estados Unidos se encuentra en fases previas a la solicitud formal de licencia ante la Comisión Reguladora Nuclear. Respecto a la expansión global, los desarrolladores han firmado acuerdos para explorar el despliegue de esta tecnología en otras regiones de alta demanda energética como el Sudeste Asiático. El despliegue de la primera planta comercial británica se proyecta para 2034. En Polonia, para sustituir las centrales de carbón, se tiene proyectado un despliegue de 24 unidades de BWRX-300. En Estados Unidos, con financiamiento privado, instalará una central nuclear en Ohio de 5 BWRX-300. En la Figura 3 presenta una idea del entorno de una central nuclear equipada con un reactor BWRX-300.

Imagen: climateandcapitalmedia.com

Listado de referencias

GE Vernova. (s.f.). BWRX-300 small modular reactor. gevernova.com

Google (2026). Central nuclear equipada con un reactor BWRX-300. Recuperado el 30 de agosto de 2026, de http://www.google.com

Pomogaev, A., Hyvaerinen, J., & Vihavainen, J. (2025). Contribution of transient heat transfer to overpressure protection in a passive Boiling Water Reactor. Annals of Nuclear Energy, 211, 111015.

Gilberto Espinosa Paredes

Soy científico mexicano especializado en modelado matemático de reactores nucleares de tecnologías de cuarta generación. Profesor-Investigador titular en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana desde 1999. Ha impulsado proyectos académicos emergentes como el de Información y Tecnologías Cuánticas, proyectos de investigación aplicada y de frontera interinstitucionales, educación continua e innovación. Investigador Nacional Emérito del SNII (2027).

gepe@xanum.uam.mx

https://orcid.org/0000-0002-3799-9159

José Ignacio Raúl Espinosa Fonseca

Soy estudiante de maestría del posgrado de Energía y Medio Ambiente en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, estudia y analiza el comportamiento simulado del reactor BWRX-300 a través del desarrollo de coeficientes efectivos de transferencia de calor aplicando una metodología matemática de escalamiento. Es becario del Sistema Nacional de Posgrado de SECIHTI.

cbi2253805508@xanum.uam.mx