



BOLETÍN INFORMATIVO Y DE ANÁLISIS N° 21 / 2026

Santiago, 8 de mayo de 2026

REACTOR ESPACIAL 1 (SR1) FREEDOM

Por Álvaro Aguirre W. Director de Asuntos Espaciales. 6 Min. de lectura

El 24 de marzo de 2026, durante el evento Ignition, la NASA anunció una serie de iniciativas transformadoras orientadas a cumplir con la Política Espacial Nacional impulsada por el presidente Donald Trump, con el objetivo de reforzar el liderazgo estadounidense en el espacio.

Dentro de estas iniciativas destaca la misión Reactor Espacial 1 (SR-1) Freedom, una nave diseñada para la exploración de Marte mediante el uso de propulsión eléctrica nuclear. Este sistema aprovecha parte del hardware desarrollado originalmente para la estación lunar Gateway, integrando tecnologías avanzadas para misiones en el espacio profundo.

El hardware seleccionado para el SR-1 Freedom se basa en el concepto del módulo de potencia y propulsión (PPE), originalmente desarrollado para la estación lunar Gateway. Este módulo, construido sobre la plataforma 1300 de Maxar Technologies (actualmente Lanteris), fue diseñado para generar aproximadamente 50 kilovatios de potencia mediante paneles solares de alta eficiencia. Dicha energía alimenta un sistema de propulsión eléctrica compuesto por tres motores Advanced Electric Propulsion System (AEPS) de 12 kW, desarrollados por Aerojet Rocketdyne, junto con cuatro propulsores adicionales de 6 kW fabricados por Maxar.



Detalle del PPE de Gateway con el módulo HALO acoplado con 3 motores de 12 kW y cuatro de 6 kW (NASA).

En el contexto del SR-1, esta arquitectura no se utiliza en su forma original, sino como base estructural y tecnológica para la integración de un sistema de

energía nuclear. La incorporación de este reactor permite superar ampliamente las limitaciones de los paneles solares, incrementando de forma significativa la potencia disponible y, en consecuencia, la eficiencia y autonomía del sistema de propulsión eléctrica en misiones de espacio profundo.

El SR-1 Freedom representa un avance significativo en la ingeniería aeroespacial, ya que está concebido para reducir de manera drástica los tiempos de tránsito hacia Marte. Actualmente, un viaje tripulado al planeta rojo puede durar entre seis y nueve meses, dependiendo de la alineación orbital entre la Tierra y Marte. Sin embargo, la propulsión nuclear-eléctrica permite una aceleración continua de bajo empuje durante largos periodos, lo que optimiza la trayectoria y reduce el tiempo total de viaje.

La NASA tiene previsto lanzar hacia Marte el SR-1 Freedom, antes de finales de 2028, demostrando así sus avances en la propulsión eléctrica nuclear en el espacio profundo. La propulsión eléctrica nuclear ofrece una capacidad extraordinaria para el transporte eficiente de masa en el espacio profundo y hace posibles misiones de alta potencia más allá de Júpiter, donde los paneles solares no son eficaces.

El diseño de esta nave se inspira en los desarrollos de los programas FSP (Fission Surface Power) y Kilopower de la NASA. De hecho, varios de los conceptos propuestos por contratistas en la fase final del programa FSP 2.0 presentan características que se ajustan a los requisitos del reactor del SR-1. En este sentido, la misión no solo busca explorar Marte, sino también, servir como plataforma tecnológica para el desarrollo de reactores destinados a futuras bases en la Luna y el planeta rojo.

Propulsión

A diferencia de los cohetes químicos tradicionales, que generan empuje mediante reacciones de combustión intensas y de corta duración, este sistema utiliza un reactor de fisión para producir

energía de forma sostenida. La fisión nuclear es una reacción en la cual un núcleo pesado, al ser bombardeado con neutrones, se convierte en inestable y se descompone en dos núcleos, cuyos tamaños son del mismo orden de magnitud y durante el proceso, se desprende una gran cantidad de energía y se emite de dos a tres neutrones.



En el caso del SR-1 Freedom emplea un sistema de propulsión nuclear-eléctrica (NEP) basado en un reactor de fisión compacto que utiliza uranio de bajo enriquecimiento y alto ensayo (HALEU), con una concentración cercana al 20% de uranio-235. El combustible, en forma de dióxido de uranio, está protegido por un sistema de blindaje de radiación basado en carburo de boro, diseñado para minimizar la exposición de los sistemas electrónicos y de la posible tripulación.

A diferencia de la propulsión térmica nuclear (NTP), que genera empuje directo al calentar un propelente, el SR-1 convierte primero la energía térmica en electricidad. Para ello, emplea un sistema de conversión de energía mediante un ciclo Brayton cerrado, en el que un gas de trabajo acciona turbinas para producir energía eléctrica de forma eficiente y continua.

La electricidad producida alimenta un conjunto de propulsores iónicos que utilizan xenón como propelente. En particular, la nave integra motores del tipo AEPS (Advanced Electric Propulsion System), conocidos por su alta eficiencia y elevado impulso específico. La configuración contempla tres motores de 12 kW y dos de 6 kW, alcanzando una potencia total instalada de aproximadamente 48 kW,

proporcionando el empuje necesario para misiones prolongadas en el espacio profundo.

Uno de los aspectos más relevantes de esta tecnología es su capacidad para operar más allá de Júpiter, donde la energía solar pierde eficacia debido a la gran distancia del Sol. En este contexto, la propulsión nuclear-eléctrica se convierte en una solución clave para futuras misiones de exploración del sistema solar exterior.

Para sostener esta demanda, el reactor debe proporcionar una potencia eléctrica significativamente mayor que los 20 kW mencionados inicialmente, lo que sugiere que la cifra mínima corresponde a una fase temprana de operación o a un valor base, mientras que la capacidad nominal del sistema sería considerablemente superior.

A diferencia de los cohetes químicos, que dependen de ráfagas de energía cortas y violentas procedentes de la combustión, la propulsión nuclear eléctrica proporciona una aceleración continua de bajo empuje que puede operar durante meses o años. Al aprovechar el combustible HALEU, el reactor alcanza una densidad energética superior a la de los sistemas convencionales de energía solar.

Medidas de seguridad

En la documentación de la NASA sobre SR-1 Freedom se detalla una secuencia en la que el reactor no se activa de inmediato, primero hay una fase de comprobaciones, y el encendido está previsto en menos de 48 horas después del despegue, ya en el espacio.

También, se describen elementos pensados para reducir riesgos y proteger al resto de sistemas. El esquema incluye combustible HALEU en forma de dióxido de uranio, transferencia térmica mediante heat pipes y un escudo de radiación de carburo de boro, además del sistema de rechazo de calor y el módulo de conversión Brayton. Aun así, lo clave no es solo la ingeniería, también lo es el marco legal y ambiental, y la propia hoja de ruta menciona

coordinación regulatoria y ambiental dentro del cronograma del programa.

Skyfall

Skyfall es un concepto desarrollado por el Jet Propulsion Laboratory (JPL) de manera independiente al programa SR-1, y posteriormente, seleccionado por la NASA para su integración en esta misión. En comparación con su diseño inicial presentado en marzo de 2025, el proyecto ha sido simplificado, reduciendo el número de helicópteros de seis a tres.

Cuando la astronave SR-1 Freedom alcance Marte, desplegará la carga útil Skyfall, compuesta por tres helicópteros derivados de la clase Ingenuity, con el objetivo de realizar reconocimientos aéreos de alta resolución y continuar la exploración del planeta rojo.

El nombre *Skyfall* proviene de la técnica de despliegue empleada: los helicópteros se liberarán durante el descenso de la cápsula, mientras esta aún se encuentra suspendida por un paracaídas, antes de tocar la superficie marciana. Este método permite una inserción rápida y distribuida sobre el terreno.

El precedente de esta tecnología es el helicóptero Ingenuity, que originalmente fue concebido como un demostrador tecnológico, pero superó ampliamente las expectativas al completar 72 vuelos entre 2021 y 2024. Se convirtió así, en la primera aeronave en realizar vuelo propulsado en otro planeta, demostrando la viabilidad de esta tecnología en la tenue atmósfera de Marte.

Cada uno de los helicópteros Skyfall tendrá una masa aproximada de 2 kg y estará equipado con radar de penetración terrestre y cámaras multiespectrales. Su misión principal será, la detección de hielo de agua en el subsuelo marciano, un recurso clave tanto para la producción de combustible como para el soporte vital de futuras misiones tripuladas.

Además, estos vehículos aéreos permitirán analizar la topografía local, midiendo pendientes y evaluando riesgos asociados al aterrizaje. También, llevarán a cabo tareas de mapeo y caracterización del hielo subsuperficial, determinando su ubicación,

extensión, profundidad y otras propiedades relevantes para la futura instalación de bases permanentes en Marte.

Los tres helicópteros operarán de forma coordinada y transmitirán sus datos a orbitadores marcianos, que actuarán como relé para enviarlos a la Tierra. El uso de radar de penetración terrestre permitirá obtener información directa sobre la estructura del subsuelo, aumentando significativamente el valor científico y estratégico de la misión.



Conclusión

La misión SR-1 Freedom de la NASA busca ir más allá de un simple demostrador, actuando como el primer paso hacia sistemas de fisión espacial reutilizables y escalables. Su objetivo es abrir el camino a reactores lunares hacia 2030 y, posteriormente, a sistemas de mayor potencia que permitan una exploración sostenida.

Además de su misión principal, la nave podría continuar operando en el espacio profundo, aumentando su valor científico. También, sentará precedentes en el uso de tecnología nuclear en vuelo, estableciendo bases regulatorias, industriales y técnicas para futuras misiones.

El SR-1 forma parte de una estrategia más amplia que complementa el programa Artemis de la NASA, orientado ahora a construir infraestructura permanente en la Luna. En conjunto, esta misión representa un paso clave para lograr presencia humana duradera en el espacio.

AAW Información obtenida de fuente abiertas

https://www.nationalgeographic.com.es/tecnologia/space-reactor-1-freedomarte_27934

[La NASA presenta iniciativas para cumplir con la política espacial nacional de Estados Unidos - NASA](#)