

CUANDO LOS ÁTOMOS DESPEGAN: EL AUGUE DE LA ENERGÍA NUCLEAR AÉREA



ALBERTO GIL CORDERO
Junior Nuclear Engineer
TRACTEBEL

¿Y si te dijera que un reactor nuclear ya ha volado por los cielos?

Y no, no me refiero a la explosión del reactor de Chernóbil y tampoco es un archivo desclasificado de la Guerra Fría.

Ha pasado en 2026.

Durante décadas, la energía nuclear ha vivido anclada al suelo: enormes cúpulas de hormigón, perímetros de seguridad y torres de refrigeración dominando el paisaje. La asociación

mos con estabilidad, inmovilidad y estructuras que parecen diseñadas para durar siglos. Por eso lo que ha hecho Valar Atomicos rompe no solo un récord técnico, sino una barrera mental: han transportado un reactor nuclear por vía aérea [1].

No estamos hablando de una animación futurista ni de una presentación con renders espectaculares. Hablamos de un reactor real, integrado, blindado y trasladado en un entorno aeronáutico.



Figura 1. Reactor Valar Atomicos siendo cargado en la plataforma.

El átomo, por primera vez en décadas, ha dejado de ser estacionario. Ha volado.

Y eso cambia la conversación.

Conviene aclarar algo desde el principio: no se trata de un avión comercial impulsado por energía nuclear. Nadie ha subido pasajeros a un reactor volante. Lo que se ha demostrado es que un reactor puede integrarse de manera segura como carga en un sistema aéreo, cumpliendo los requisitos de blindaje, contención y seguridad propios de la industria nuclear y, además, los exigentes estándares de la aviación. Puede sonar logístico, casi trivial. No lo es. Es como si alguien hubiera logrado transportar una central eléctrica dentro de una caja fuerte, elevarla a miles de metros y aterrizarla sin comprometer ni un milímetro de seguridad radiológica.

Para entender por qué esto es tan extraordinariamente complejo, hay que empezar por imaginar el peso invisible de la radiación. Un reactor nuclear no es peligroso porque “explote” como en el cine, sino porque emite radiación que debe ser contenida con blindajes muy densos. En tierra, esa contención se resuelve con metros de hormigón y acero. En el aire, cada kilo cuenta como si fuera oro.

Aunque Valar Atomicos no ha hecho públicos todos los detalles técnicos, en el ecosistema de los reactores modulares pequeños (SMRs) los módulos individuales pueden situarse en rangos de 10 a 80 toneladas dependiendo del diseño y del nivel de blindaje integrado [2]. Para ponerlo en perspectiva: 20 toneladas es aproximadamente el peso de cuatro elefantes africanos adultos o de un camión de gran tonelaje completamente cargado.

Transportar algo así por aire no es trivial. Operaciones de este tipo suelen requerir aviones de carga pesada, como el C-17 Globemaster III, capaz de transportar más de 70 toneladas, o

incluso aeronaves comerciales reconvertidas como el Boeing 747 en versión carguero. Estos aviones están diseñados para mover tanques, helicópteros o maquinaria industrial. Aun así, cada tonelada adicional reduce alcance, incrementa consumo y exige cálculos estructurales milimétricos.

Y luego está la energía necesaria para levantar ese peso del suelo. Solo para que un objeto de 20 toneladas alcance una altitud de crucero típica de 10.000 metros, la energía potencial requerida ronda los 2.000 millones de julios (sin contar pérdidas aerodinámicas ni consumo continuo) [4]. Traducido a algo más tangible: es aproximadamente la energía que consume una vivienda media durante varios meses, concentrada en apenas unos minutos de ascenso. Es como gastar de golpe toda la electricidad que usarías viendo series, cocinando y cargando el móvil durante un trimestre... solo para subir el reactor al cielo.

Aquí es donde chocan dos filosofías industriales. La aviación vive obsesionada con la ligereza: eliminar gramos, optimizar perfiles, reducir resistencia. La ingeniería nuclear, en cambio, vive obsesionada con la contención y la redundancia: añadir capas, reforzar sistemas, sobredimensionar por seguridad. Es como intentar diseñar un coche de Fórmula 1 que además esté blindado como un tanque. Uno quiere volar; el otro quiere proteger. Integrarlos exige un equilibrio casi quirúrgico.

Además, un reactor no es solo el núcleo que genera energía. Requiere sistemas de refrigeración, mecanismos de seguridad pasiva, redundancias múltiples y protocolos regulatorios extremadamente estrictos. En este caso, el desafío era doble: cumplir con la normativa nuclear y, al mismo tiempo, con la normativa aeronáutica. Dos de los marcos regulatorios más rigurosos del planeta superpuestos. No es simplemente “subirlo a un avión”; es rediseñar mentalmente cómo entendemos la movilidad de la energía nuclear.

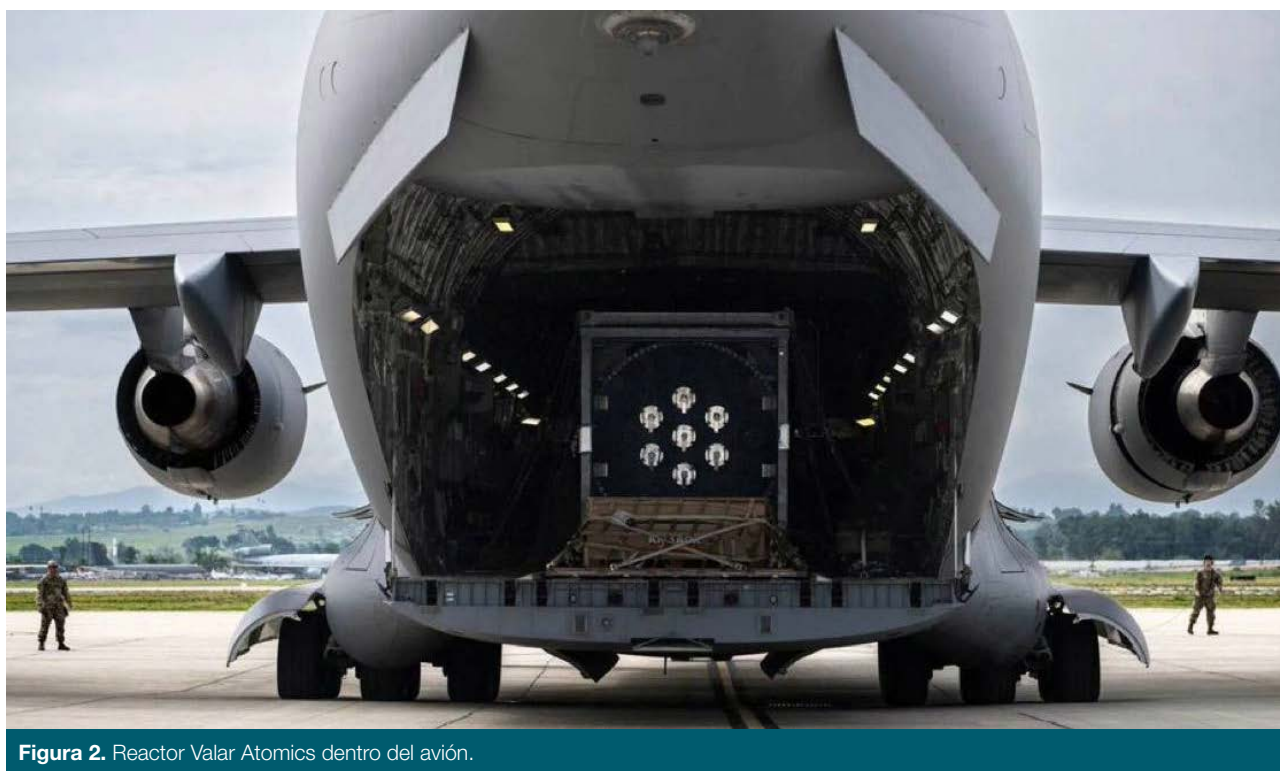


Figura 2. Reactor Valar Atomicos dentro del avión.

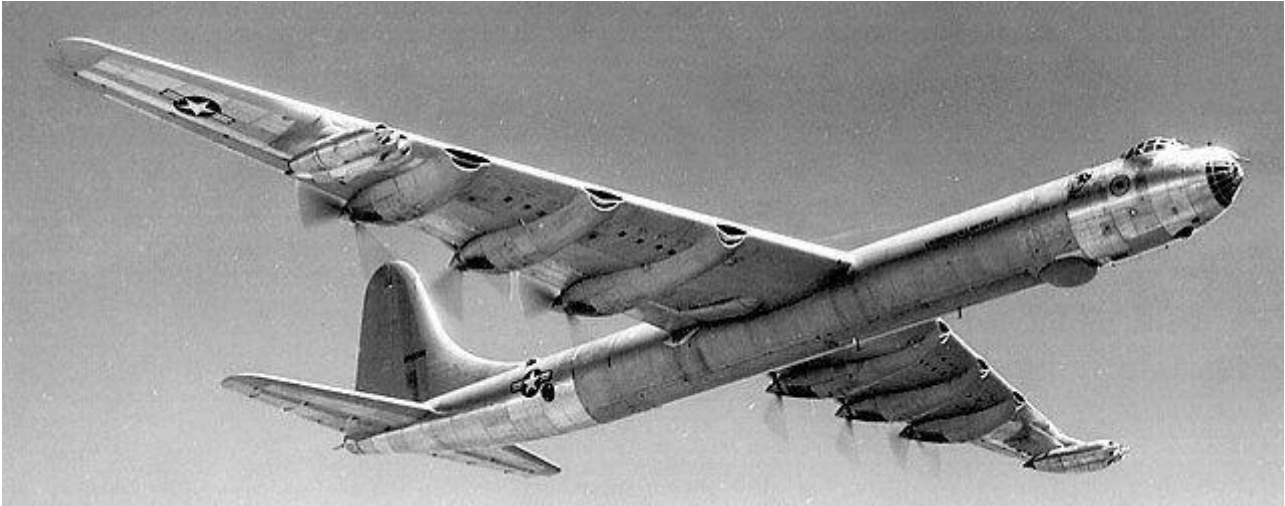


Figura 3. Convair NB-36H.

Lo fascinante es que esta historia ya tuvo un capítulo anterior. En los años 50, en plena tensión geopolítica, Estados Unidos lanzó el programa Aircraft Nuclear Propulsion con una promesa tan simple como radical: aviones que pudieran permanecer en el aire durante semanas sin repostar. En el contexto de la Guerra Fría, la idea de bombarderos estratégicos con autonomía prácticamente ilimitada era una ventaja militar colosal. Se llegó incluso a volar un reactor experimental a bordo del Convair NB-36H, una versión modificada de un bombardero [5]. El reactor voló, sí, pero no impulsaba el avión; el experimento buscaba estudiar blindaje y exposición radiológica en condiciones reales de vuelo.

El proyecto terminó cancelado en 1961 por decisión del presidente John F. Kennedy. La razón no fue que fuera imposible, sino que era impráctico. El blindaje pesaba demasiado, la complejidad era enorme y el equilibrio coste-beneficio no justificaba seguir adelante. La tecnología de materiales y

miniaturización simplemente no estaba preparada. El sueño quedó archivado en una mezcla de ambición técnica y paranoia estratégica.

Entonces, ¿qué ha cambiado ahora para que la conversación vuelva?

En primer lugar, la miniaturización. La industria nuclear está atravesando una transformación profunda con el desarrollo de los reactores modulares pequeños, conocidos como Small Modular Reactors. A diferencia de las centrales convencionales, que suelen superar los 1.000 MW eléctricos y requieren enormes obras civiles, los SMR se conciben desde el inicio como sistemas compactos fabricados en serie y ensamblados por módulos. Empresas como NuScale Power han desarrollado diseños que reducen de forma drástica el tamaño y la complejidad respecto a los reactores tradicionales. Su reactor modular estándar produce



Figura 4. Reactor modular SMR de NuScale.

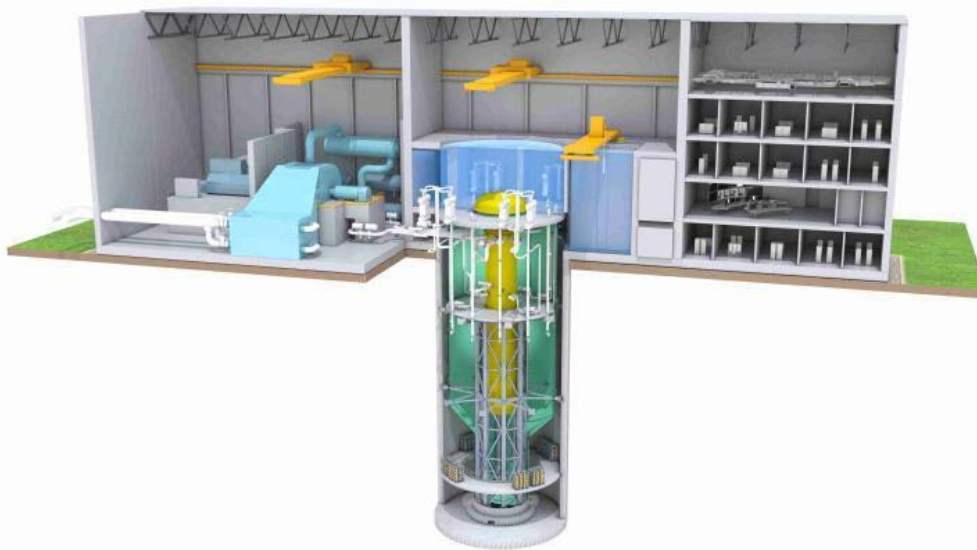


Figura 5. Reactor modular BWRX-300 de GE Hitachi.

alrededor de 77 MW eléctricos por módulo, y varios de estos módulos pueden combinarse en una misma instalación según la demanda energética [6].

Pero NuScale es solo una pieza dentro de un ecosistema tecnológico mucho más amplio. En Europa, el consorcio liderado por Rolls-Royce SMR está desarrollando un reactor de unos 470 MW eléctricos concebido para fabricarse en fábricas y transportarse en grandes componentes modulares [7]. El diseño busca precisamente reducir los enormes tiempos de construcción que han caracterizado históricamente a la energía nuclear. Otros proyectos como el BWRX-300 de GE Hitachi Nuclear Energy siguen una lógica similar: simplificar la arquitectura del reactor para hacerlo más compacto, más estandarizable y más rápido de desplegar.

Sin embargo, el verdadero salto en miniaturización aparece cuando se desciende un escalón más en la escala de potencia. Más allá de los SMR tradicionales está

emergiendo una nueva categoría conocida como microreactores, sistemas nucleares diseñados para producir entre uno y veinte megavatios eléctricos. En este rango, el objetivo no es competir con grandes centrales eléctricas, sino proporcionar energía fiable en lugares aislados o en infraestructuras críticas.

Uno de los ejemplos más avanzados es el eVinci microreactor, desarrollado por Westinghouse Electric Company. Este reactor compacto está diseñado para generar alrededor de 5 MW eléctricos durante varios años sin necesidad de recarga de combustible. Su arquitectura se basa en un sistema muy simplificado, pensado para fabricarse como una unidad integrada y transportarse hasta el lugar de operación como si fuese un gran módulo industrial [8].

Otro concepto interesante es el Aurora microreactor, desarrollado por la empresa estadounidense Oklo Inc. Su potencia prevista ronda los 15 MW eléctricos, pero el reactor está diseñado para operar durante más de



Figura 6. Microreactor eVinci Westinghouse.

una década sin repostaje, algo que resulta especialmente atractivo para aplicaciones remotas. Este tipo de sistemas empieza a acercarse a la escala en la que la logística energética cambia completamente de naturaleza: ya no hablamos de construir grandes instalaciones permanentes, sino de desplegar unidades energéticas compactas allí donde se necesiten.

Aún más pequeños son los diseños que se están desarrollando para aplicaciones extremadamente aisladas. El MARVEL microreactor, por ejemplo, es un reactor experimental en construcción en el Idaho National Laboratory que producirá apenas unos cientos de kilovatios eléctricos. Su objetivo no es la producción masiva de energía, sino demostrar que reactores muy pequeños pueden operar de forma estable y servir como plataforma de prueba para futuras tecnologías de microreactores.

En el extremo más pequeño del espectro encontramos conceptos aún más radicales, con potencias de apenas decenas de kilovatios. Algunos de estos diseños están siendo estudiados para misiones espaciales o para alimentar infraestructuras extremadamente aisladas. El reactor Kilopower reactor, desarrollado por NASA junto con el Los Alamos National Laboratory, es un buen ejemplo: un sistema compacto capaz de producir entre uno y diez kilovatios eléctricos utilizando fisión nuclear en un diseño extraordinariamente simplificado [9].

Lo interesante de esta evolución no es solo que los reactores sean más pequeños, sino que están siendo diseñados desde el inicio para ser modulares y transportables. En los años cincuenta, los ingenieros que experimentaban con aviación nuclear intentaban adaptar reactores concebidos para instalaciones terrestres gigantescas. Hoy la lógica es la contraria: sistemas nucleares pensados desde su concepción como unidades compactas, fabricables en serie y capaces de integrarse en entornos logísticos mucho más flexibles.

En segundo lugar, los materiales. Las aleaciones avanzadas, los compuestos estructurales y las capacidades de simulación digital actuales permiten optimizar cada gramo sin comprometer la seguridad. Es la diferencia entre la ingeniería analógica de mediados del siglo XX y la modelización computacional contemporánea. Donde antes se sobredimensionaba por prudencia, hoy se optimiza con precisión quirúrgica.

Pero quizá el cambio más profundo no sea técnico, sino estratégico. El mundo actual valora la movilidad energética. Bases militares remotas, operaciones humanitarias en zonas sin infraestructura, regiones árticas o islas aisladas necesitan soluciones energéticas fiables y autónomas. Poder fabricar un reactor modular en fábrica, certificarlo y transportarlo por aire reduce tiempos y dependencias logísticas. Es pasar de construir una catedral piedra a piedra en el lugar, a enviar módulos prefabricados listos para ensamblar.

¿Significa todo esto que veremos aviones comerciales propulsados por reactores nucleares en las próximas décadas? Aquí conviene separar entusiasmo de realidad. Para que un avión fuese verdaderamente nuclear tendría que integrar el reactor como parte del sistema de propulsión, rediseñar completamente los motores, optimizar blindajes extremadamente ligeros y superar un proceso de certificación internacional que probablemente sería el más complejo en la historia de la aviación civil. Y, más allá de la ingeniería, está la percepción pública. La combinación de las palabras “nuclear” y “avión” activa miedos profundamente arraigados. No estamos hablando solo de física; hablamos también de psicología colectiva.

El impacto más probable en el corto y medio plazo no estará en la propulsión aérea, sino en la logística energética. En particular, en la capacidad de transportar por aire reactores modulares compactos. Los Small Modular Reactors y, sobre todo, los microreactores en desarrollo

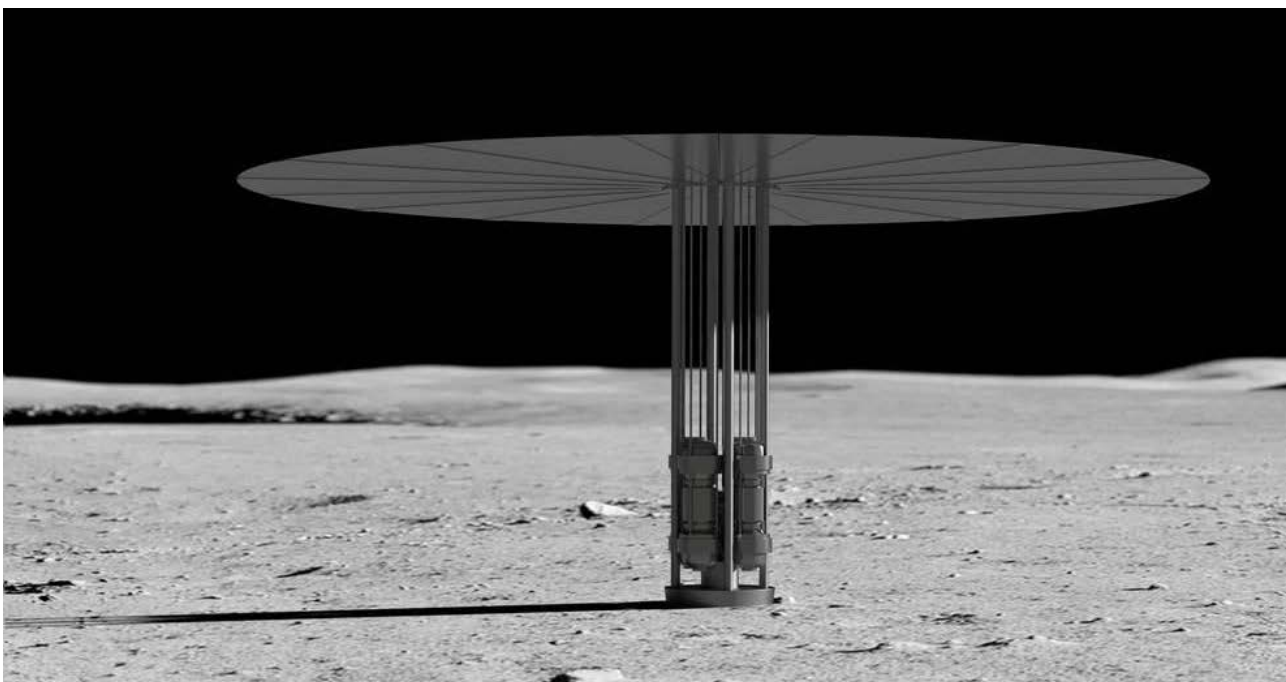


Figura 7. Reactor Kilopower reactor, desarrollado por NASA junto con el Los Alamos National Laboratory.

están diseñados con filosofías industriales muy distintas a las de las centrales nucleares tradicionales.

Muchos de estos sistemas integran el núcleo, el circuito primario y los sistemas de control dentro de módulos sellados que pueden fabricarse en fábrica y transportarse como unidades completas.

En ese contexto, el transporte aéreo pesado deja de ser una idea marginal. Si la normativa de transporte nuclear y las certificaciones aeronáuticas evolucionan para permitir este tipo de operaciones, la consecuencia estratégica sería considerable: la energía nuclear dejaría de ser necesariamente una infraestructura fija para convertirse, en determinados casos, en una capacidad energética desplegable.

Las aplicaciones potenciales son claras en entornos donde la logística energética es el principal cuello de botella. Regiones árticas, operaciones mineras remotas, bases científicas o infraestructuras críticas situadas fuera de redes eléctricas robustas dependen hoy de cadenas logísticas basadas en combustibles fósiles. En algunos de estos casos, el coste real de la electricidad está dominado no por el combustible en sí, sino por su transporte. Un microreactor transportable por vía aérea podría proporcionar generación continua durante años o incluso décadas con una sola instalación.

Este concepto también tiene implicaciones en seguridad energética y resiliencia. En escenarios de emergencia o en regiones donde la infraestructura eléctrica es frágil, la capacidad de desplegar rápidamente generación de base compacta podría cambiar la forma en que se planifican sistemas energéticos aislados. No se trataría de sustituir redes eléctricas completas, sino de introducir nodos de generación de alta densidad energética capaces de operar de forma autónoma.

A más largo plazo, las implicaciones tecnológicas podrían extenderse a plataformas que requieran autonomía extrema. Vehículos aéreos de gran altitud, drones estratosféricos o determinadas aplicaciones militares ya exploran, al menos a nivel conceptual o experimental,

la integración de fuentes nucleares compactas para misiones de muy larga duración. La lógica detrás de estas investigaciones es bastante simple: incluso los mejores sistemas actuales basados en baterías, hidrógeno o energía solar siguen estando limitados por la densidad energética. Un reactor nuclear, incluso uno muy pequeño, contiene órdenes de magnitud más energía que cualquier combustible químico o sistema electroquímico comparable.

Además, un dron o plataforma autónoma puede tolerar niveles de radiación mucho mayores, lo que reduce de forma drástica los requisitos de blindaje. Y el reactor no tiene por qué impulsar directamente el flujo de aire del motor; puede simplemente actuar como generador eléctrico de larga duración para sistemas eléctricos o híbridos.

Ese cambio conceptual abre un escenario bastante distinto. Imaginemos, por ejemplo, una plataforma aérea de gran altitud similar a los actuales pseudo-satélites estratosféricos que operan a 18-25 kilómetros de altura [10]. Hoy estos sistemas dependen de paneles solares y baterías, lo que limita su capacidad en invierno, en latitudes altas o durante largos periodos sin radiación solar. Un pequeño reactor compacto que generase unos pocos cientos de kilovatios permitiría mantener en vuelo sensores, radares o sistemas de comunicaciones durante meses o incluso años sin necesidad de repostaje.

Este tipo de arquitectura tiene implicaciones claras para vigilancia estratégica, comunicaciones globales o monitorización ambiental. En lugar de lanzar satélites, un país podría desplegar plataformas estratosféricas persistentes capaces de cubrir áreas continentales enteras. Desde el punto de vista técnico, el reto ya no sería la energía disponible, sino la durabilidad estructural del vehículo y la gestión térmica del reactor.

El ámbito militar es probablemente donde estos conceptos se están explorando con mayor interés. Programas recientes, los ya mencionados micro reactores compactos, que ya desarrolla el Departamento de Defensa estadounidense para energía desplegable, buscan sistemas



Figura 8. Zephyr, la plataforma solar de gran altitud de Airbus.

nucleares transportables capaces de generar entre 1 y 5 megavatios eléctricos durante años sin recarga. Aunque su aplicación inmediata es terrestre, la miniaturización de este tipo de reactores abre la puerta a su integración en plataformas móviles en el futuro.

La idea tampoco se limita al vuelo atmosférico. La investigación histórica en propulsión nuclear, como el programa Project Rover, demostró ya en los años sesenta que reactores compactos podían utilizarse para producir enormes cantidades de energía térmica para sistemas de propulsión avanzados. Aquella tecnología estaba pensada para cohetes espaciales, pero ilustra hasta qué punto los sistemas nucleares pueden ofrecer densidades energéticas que ningún combustible químico puede igualar.

El salto conceptual quizá se entiende mejor si uno intenta imaginar cómo podrían materializarse estas ideas dentro de algunas décadas. El resultado probablemente se parecerá menos a un avión comercial propulsado por un reactor y más a una nueva categoría de plataformas energéticas aéreas. Vehículos diseñados no tanto para transportar pasajeros, sino para permanecer en el aire durante periodos extraordinariamente largos: semanas, meses o incluso años. Plataformas capaces de actuar como nodos persistentes de vigilancia, comunicaciones o monitorización ambiental sobre regiones donde la infraestructura terrestre es inexistente o extremadamente limitada.

En ese contexto, la energía nuclear no sería tanto un sistema de propulsión como una fuente de autonomía energética casi continua, eliminando una de las principales restricciones de cualquier plataforma aérea: la necesidad constante de repostar o de depender de ciclos solares. Y en la historia de la tecnología, cuando un obstáculo se redefine como un problema de ingeniería y no como una imposibilidad física, la palabra “desafiante” rara vez termina significando “inalcanzable”.

Lo que ha hecho Valar Atomics no es todavía la revolución de la aviación nuclear. Es algo quizá más importante: ha desplazado la frontera mental. Durante décadas, la energía nuclear fue sinónimo de inmovilidad. Hoy sabemos que puede ser móvil. Y cuando una tecnología cambia de estado, de fija a transportable, las posibilidades se multiplican.

La pregunta ya no es si un reactor puede volar. Ya lo ha hecho.

La verdadera pregunta es hasta dónde estamos dispuestos a llevar esa idea.

Porque si algún día la aviación encuentra en el átomo una fuente de autonomía extrema y emisiones operativas casi nulas, miraremos atrás y recordaremos este momento no como una anécdota logística, sino como el instante en que el átomo dejó el suelo y empezó a escribir una nueva historia en el cielo.

REFERENCIAS

- [1] <https://abc7.com/post/el-pentagono-traslada-por-aire-un-microrreactor-nuclear-desde-inland-empire-a-utah-en-vuelo-historico/18631638/>
- [2] https://www.lespanol.com/omicrono/tecnologia/20220427/microrreactores-nucleares-caben-camiones-revolucionaria-energia-barata/666433423_0.html
- [3] https://www.clarin.com/mundo/boeing-c-17-globe-master-iii-avion-unidos-usa-evacuar-afganos-kabul_0_jW1Ftn9P.html
- [4] <https://www.wisdomlib.org/science/journal/sustainability-journal-mdpi/d/doc1802836.html>
- [5] <https://weekend.perfil.com/noticias/aventura/con-vair-nb-36h-el-increible-bombardero-impulsado-por-un-reactor-nuclear.phtml>
- [6] <https://www.nuscalepower.com/exploring-smrs/smr-101/what-is-an-smr>
- [7] <https://www.grupoacs.com/sala-de-prensa/noticias/notas-de-prensa/hochtief-seleccionada-para-el-programa-nuclear-de-rolls-royce/>
- [8] <https://westinghousenuclear.com/innovation/evinci-microreactor/>
- [9] <https://elperiodicodelaenergia.com/la-nasa-prueba-con-exito-su-reactor-nuclear-kilopower-para-sus-misiones-a-marte/>
- [10] https://www.esa.int/Enabling_Support/Preparing_for_the_Future/Discovery_and_Preparation/Could_High-Altitude_Pseudo-Satellites_Transform_the_Space_Industry#:~:text=Is%20it%20a%20bird?,a%20HAPS%20Programme%20at%20ESA.