
EL NUEVO HORIZONTE DE LA ARMADA EN EL ESPACIO

♦ RESUMEN ♦

Este artículo explora la importancia de que la Armada chilena participe activamente en el desarrollo de tecnologías espaciales, subrayando la necesidad de diversificar las capacidades de defensa más allá del ámbito marítimo. Se destacan cómo recientes iniciativas, como el lanzamiento del FASat-Delta, la creación del Centro Espacial Nacional y el desarrollo del Sistema Nacional Satelital (SNSat), que están posicionando a Chile en la vanguardia de la seguridad nacional y la gestión de desastres.

Palabras clave: Desarrollo espacial, Innovación Dual, SNSat

THE NAVY'S NEW HORIZON IN SPACE

♦ ABSTRACT ♦

This article examines the relevance of the Chilean Navy's active involvement in the development of space technologies, emphasizing the need to diversify defense capabilities beyond the maritime domain. The author outlines how recent initiatives, such as the launch of FASat-Delta satellite, the creation of the National Space Center and the development of the National Satellite System (SNSat), are positioning Chile at the forefront of national security and disaster management.

Keywords: Space development, dual innovation, SNSat



SEBASTIÁN RATTO VALDERRAMA

Teniente segundo
PhD Electrical and Computer Engineering (University
of Waterloo)
(srattova@uwaterloo.ca)
Santiago, Chile.

Nuestra Armada ha sido históricamente un pilar en la defensa y vigilancia de nuestros mares, asegurando la soberanía en nuestras vastas aguas territoriales. Sin embargo, en un mundo donde las tecnologías espaciales están redefiniendo los conceptos de seguridad global, se vuelve imprescindible que nuestra institución expanda su enfoque hacia el espacio. El reciente lanzamiento del FASat-Delta (Gobierno de Chile, 2023) y el desarrollo del Sistema Nacional Satelital (SNSat) (MINDEF, 2021) no solo representan avances tecnológicos, sino también oportunidades estratégicas para que la Armada asuma un rol más activo en este nuevo dominio espacial en Chile.

En la era actual, el control del espacio es tan crucial como el dominio del mar. Los satélites juegan un papel fundamental en la vigilancia, el reconocimiento y la comunicación, funciones esenciales para la seguridad nacional, y el desafío es mantenerse al día y actualizado en las capacidades de los satélites comerciales, previendo su mejor empleo (Pugh, 2004). Para la Armada, participar activamente en la operación y control de estos sistemas satelitales permitirá una mayor autonomía en la defensa y protección de los intereses

nacionales, especialmente en zonas remotas o de difícil acceso, como las aguas del mar de Drake y otras regiones inhóspitas donde la vigilancia terrestre es limitada.

Las Fuerzas Armadas de Chile operan en base a cinco áreas de misión fundamentales: Defensa Nacional, Contribución a la Política Exterior, Participación en la Seguridad Pública, Contribución al Desarrollo Nacional y Ayuda en Caso de Catástrofes, y Participación en Operaciones de Paz. Cada una de estas áreas se ve significativamente impactada por el desarrollo y uso de capacidades satelitales (Armada de Chile, s.f).

Desarrollos universitarios: Costos y efectividad

Mientras la Fuerza Aérea de Chile (FACH) y las universidades lideran el desarrollo de la tecnología espacial, la Armada aún no ha asumido un rol central en este ámbito, a pesar de la creciente importancia del espacio en la defensa nacional. Las universidades han demostrado que es posible desarrollar capacidades espaciales avanzadas con recursos limitados, como

El nuevo horizonte de la Armada en el espacio



Lanzamiento del satélite FASat-Delta por cohete Falcon 9 de SpaceX.
(Fuente: Gobierno de Chile, 2023).

1. Un CubeSat es un satélite miniaturizado, generalmente de 10x10x10 cm, utilizado para investigaciones espaciales.

lo evidencian los lanzamientos recientes de satélites CubeSat³ por parte de la Universidad de Chile (UChile, Satélites en Órbita, 2023).

Contribuciones clave de las instituciones académicas

1. Universidad de Chile y el Programa SUCHAI

El proyecto SUCHAI es un hito en la innovación espacial chilena, iniciado en 2009 con un presupuesto de USD

200.000. El nanosatélite SUCHAI I, lanzado en 2017, fue el primer satélite civil construido en Chile, abriendo paso a los posteriores SUCHAI-II, SUCHAI-III, y PLANTSAT, lanzados en 2022. Estos satélites forman una constelación que contribuirá a la ciencia espacial y la tecnología avanzada, financiados en gran parte por fondos externos, incluyendo la Oficina para la investigación científica de la Fuerza Aérea de Estados Unidos (AFOSR, por sus siglas en inglés) y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) (Explora, 2022).

Más de un año desde su lanzamiento, los dispositivos desarrollados por el Laboratorio de Exploración Espacial y Planetaria (SPEL) han superado las 5.400 vueltas a la Tierra y han logrado un 70% de sus 15 experimentos espaciales.

2. Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM)

La Universidad Técnica Federico Santa María participó mucho en el desarrollo de tecnología espacial en Chile, especialmente en el Sistema Nacional de Satélites. En este sentido, el Departamento de Aeronáutica ha tenido un papel prominente en la difusión de tecnologías y en la educación de la nueva fuerza laboral para la gestión y elaboración de satélites como el FASat-Delta, lanzado el 12 de junio desde la *Base Vandenberg* en los Estados Unidos, lo que ha marcado un precedente en la historia espacial de Chile (USM, 2023).

Por otro lado, el equipo USM CubeSat Team fue el ganador de la competencia internacional de nanosatélites Cube Design 2023 realizada en Brasil, un logro que destaca su compromiso con la innovación (CNN Chile, 2024).

PROGRAMA ESPACIAL UNIVERSIDAD DE CHILE

SUCHAI 2
MISIÓN: ESTUDIO DE SISTEMAS DE IMÁGENES
Carga adicional de Suchai 2: Cámara para evaluar contaminación lumínica nocturna

SUCHAI 3
MISIÓN: ESTUDIO DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
Carga adicional de Suchai 3: 2 femtosatélites, pequeños satélites que aumentarán a 5 puntos las mediciones magnéticas en el espacio + Sistema de IOT (internet de las cosas del espacio)

Experimentos a bordo

- 2 magnetómetros para experimentos de física espacial
- 1 Langmuir probe para medir la ionización
- 2 contadores de partículas para medir la radiación del sol
- 1 star-tracker: dispositivo óptico para medir posición de las estrellas
- 1 GPS de doble frecuencia para medición del ambiente espacial
- Antenas laterales para comunicarse con femtosatélites que desplegará SUCHAI 3
- Sistema de micropropulsión
- Sistema de posicionamiento con ruedas de reacción y toque magnético
- Modelos de predicción y optimización de baterías en el espacio

Características de los satélites gemelos

- DIMENSIONES:** 10 x 10 x 30 cm (13 cubitos)
- PESO:** 3 kg apor.
- ANTENA:** 4 con frecuencias: 135.7 MHz a 1.2 GHz y 4 UHF para 437 MHz
- SISTEMA DE ENERGÍA:** Paneles solares
- SISTEMA DE ORIENTACIÓN SATELITAL:** Ruedas de reacción y torque magnético

CubeSats desarrollados por la Universidad de Chile. (Fuente: UChile).

3. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)

Además de la participación en el diseño de una antena para un sistema IoT llamado LoRa Satelital del SUCHAI 3, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso ha sido el lugar de desarrollo de una innovadora microantena satelital impresa en 3D (PUCV, 2023).

La microantena es una antena resonadora dieléctrica, instalada al interior de una pieza impresa en 3D que se inserta en un satélite de tipo CubeSat. Su principal función es enviar y recibir datos de señales de sensores desde el espacio a la Tierra, o entre diferentes locaciones geográficas. Esta innovación permite que un sensor ubicado en un satélite CubeSat, que mide solo 10 centímetros y está en la órbita más cercana a la Tierra, pueda mandar una vez al día señales de detección de información del entorno físico, recuperándola y enviándola a una estación base en otro lugar del país.

Este proyecto, financiado con recursos internos, destaca por su

uso de tecnologías emergentes, que permiten reducir costos y mejorar la eficiencia en el desarrollo satelital. Este desarrollo es un ejemplo del impacto que la investigación académica puede tener en la industria aeroespacial, demostrando cómo la innovación a nivel universitario puede contribuir significativamente al sector espacial chileno.

4. Universidad de Concepción

La Universidad de Concepción (UdeC) se ha destacado en la carrera espacial chilena por su innovación tecnológica y sostenibilidad. Un ejemplo es su participación en la Latin Space Challenge, donde estudiantes desarrollaron un cohete sustentable, diseñado con materiales y combustibles de bajo impacto ambiental, demostrando la capacidad de la UdeC para integrar tecnología avanzada con prácticas sostenibles (UdeC, 2023).

Más allá de este proyecto, la UdeC ha sido fundamental en el desarrollo de infraestructura satelital en Chile



Microantena satelital impresa en 3D por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (Fuente: PUCV).

(participación en la puesta en órbita del FASat-Delta). La universidad no solo participa en la construcción y diseño de satélites, sino que también juega un papel crucial en la creación de un ecosistema de innovación espacial sostenible (López, 2023).

5. Universidad Adolfo Ibáñez

La Universidad Adolfo Ibáñez ha lanzado recientemente una carrera de ingeniería aeroespacial diseñada específicamente para los miembros de la FACH. Este programa educativo fortalece la formación de capital humano especializado en el área espacial, crucial para el desarrollo y operación de sistemas espaciales que apoyan la defensa nacional (UAI, 2024).

los asociados con satélites tradicionales. Mientras que un satélite convencional puede costar entre 10 y 500 millones de dólares (incluyendo su lanzamiento), los CubeSats desarrollados en Chile han logrado mantener los costos en un rango de 50.000 a 500.000 dólares por satélite, dependiendo de su complejidad y misión específica (Venditti, 2022). Nuestra institución tiene una oportunidad única para aprovechar estas innovaciones en la reducción de costos, integrando estas tecnologías en sus operaciones. Al participar activamente en el desarrollo y despliegue de CubeSats y otras tecnologías espaciales de bajo costo, la Armada puede mejorar significativamente su capacidad de vigilancia y comunicación sin incurrir en los altos costos asociados con los satélites tradicionales.

Impacto en la industria espacial chilena

Reducción de costos: El desarrollo de tecnologías espaciales en las universidades chilenas ha demostrado que es posible llevar a cabo misiones espaciales a costos significativamente más bajos que

Formación de capital humano: Los proyectos universitarios no solo han producido hardware espacial de calidad, sino que también han formado a muchos ingenieros y científicos con experiencia en tecnología espacial. Esto es clave para el crecimiento de la industria espacial en Chile, creando un ecosistema de profesionales capacitados para futuros proyectos (Subtel, 2014). La academia, enfocada en astronomía, ha liderado el desarrollo de



**INGENIERÍA
AEROESPACIAL**

NUEVA CARRERA 2025 conducente al título profesional de Ingeniería Aeroespacial y al grado académico de Magíster en Ingeniería Aeroespacial.

UAI y Fuerza Aérea de Chile
Se imparte en el campus de la Fuerza Aérea de Chile.

Anuncio de la nueva carrera de Ingeniería Aeroespacial en la UAI en colaboración con la Fuerza Aérea de Chile. (Fuente: UAI).

capital humano especializado en áreas como software, eléctrica, electrónica y mecánica, sosteniendo proyectos avanzados. La Armada puede jugar un rol más activo en la formación de este capital, aprovechando su estructura y experiencia (Aderes Consultores, 2012).

Colaboración internacional: Las universidades chilenas han establecido colaboraciones con instituciones internacionales como la Agencia Espacial Europea (ESA), la NASA, SpaceX, entre otras, lo que les ha permitido acceder a tecnologías avanzadas y participar en misiones conjuntas. Estas asociaciones han sido clave para elevar el nivel de las capacidades tecnológicas en Chile y para posicionar al país como un jugador emergente en la escena espacial global.

La colaboración internacional permite a la Institución acceder a tecnologías y conocimientos que impulsan la innovación

dual, donde los desarrollos tecnológicos tienen aplicaciones tanto militares como civiles. Esta transferencia tecnológica fortalece las capacidades defensivas de la Armada y contribuye al avance de sectores estratégicos del país. La sinergia entre lo militar y lo civil es clave para maximizar el impacto de la tecnología, asegurando que el progreso en la defensa también impulse el desarrollo económico y social del país (CiTA & Know Hub, 2024).

Espacio para la defensa marítima y nacional

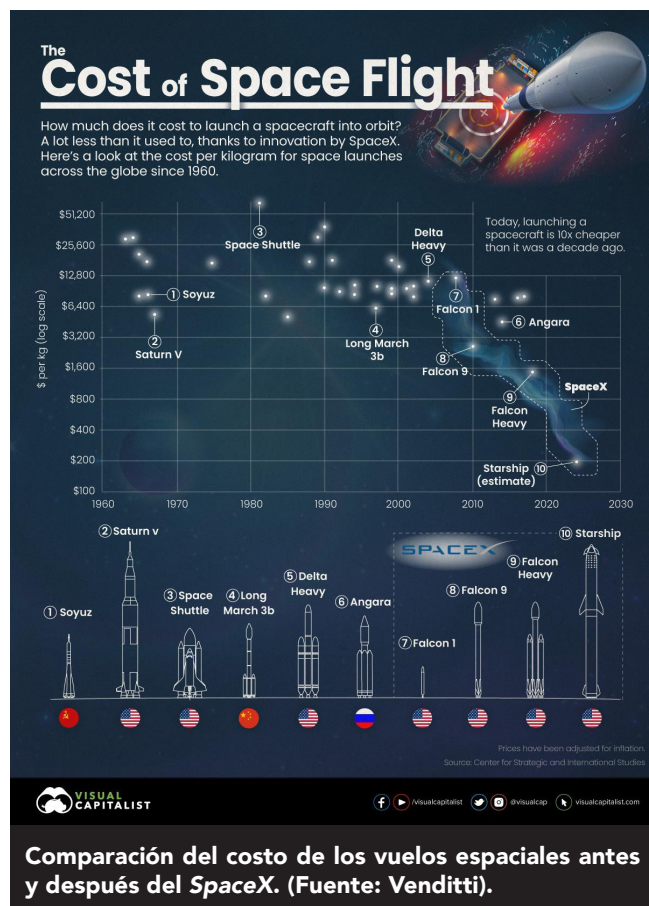
1. Área de responsabilidad SAR

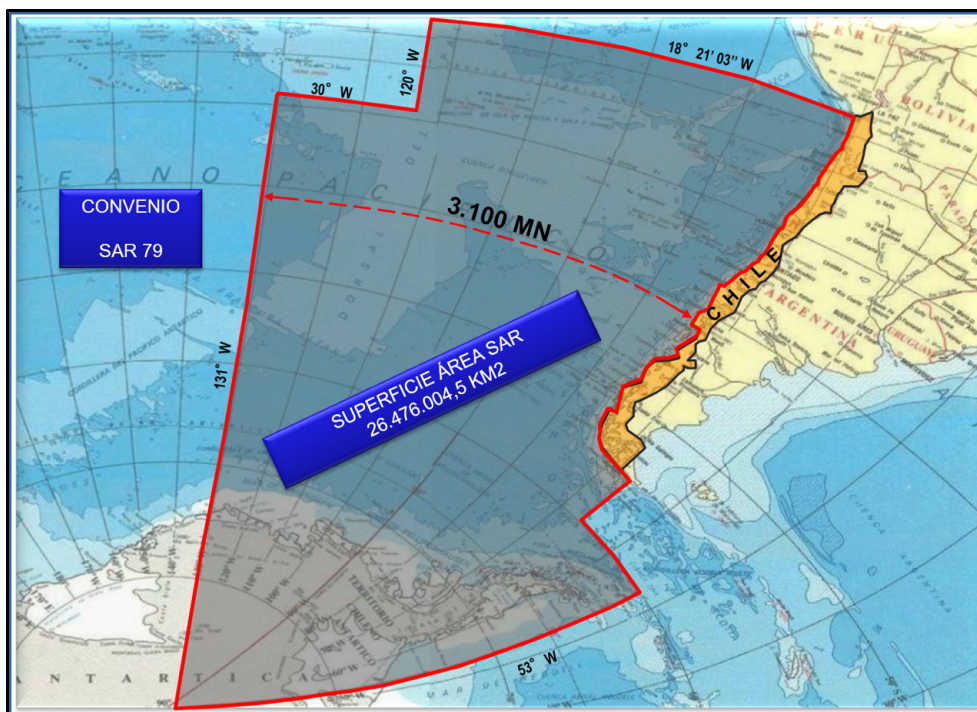
Chile, con un área de responsabilidad SAR (Search and Rescue) que cubre más de 26 millones de km² en el océano, enfrenta un desafío

significativo en la cobertura eficaz de esta vasta región. Los medios actuales, como buques y aeronaves, presentan limitaciones para una vigilancia y respuesta adecuadas en toda esta área. La integración de capacidades satelitales avanzadas es crucial para mejorar la vigilancia y la respuesta en tiempo real, permitiendo una cobertura más eficiente y precisa de esta extensa área oceánica, y fortaleciendo así la capacidad del país para cumplir con sus responsabilidades internacionales en materia de SAR (DIRECTEMAR, 2024).

2. Vigilancia de la ZEE y la Pesca Ilegal

Chile, con una Zona Económica Exclusiva (ZEE) de más de 3,5 millones de km², enfrenta el desafío constante de proteger sus





Cobertura SAR (Search and Rescue) de Chile en el océano.
(Fuente: DIRECTEMAR).

recursos marinos frente a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR). Se estima que la pesca ilegal en la ZEE chilena genera pérdidas de aproximadamente 300 millones de dólares anuales, lo que subraya la necesidad urgente de mejorar la vigilancia en estas aguas (Infodefensa, 2020).

Los satélites equipados con radar de apertura sintética (SAR por sus siglas en inglés) están transformando la forma en que vigilamos nuestras aguas. Estos satélites, capaces de captar imágenes de alta resolución en cualquier condición climática, permiten identificar y rastrear embarcaciones que operan fuera de la ley. Un buen ejemplo es su uso junto a aeronaves como el P-3 Orion y el C295 Persuader que han sido clave para vigilar una gran flota de pesca china que operaba cerca de la ZEE chilena, facilitando la identificación y monitoreo efectivo de estas embarcaciones (Muñoz, 2023).

Pero la tecnología por sí sola no basta; combatir la pesca ilegal requiere una colaboración estrecha entre la Armada, otras agencias gubernamentales y socios internacionales. Compartir la información obtenida desde el espacio en tiempo real nos permitirá ser más rápidos y eficaces en la protección de la ZEE, asegurando la sostenibilidad de nuestros recursos marinos para las futuras generaciones.

3. Conciencia del dominio marítimo (MDA) y proyecto *Vigilium*

En el marco de la seguridad marítima, la Conciencia del Dominio Marítimo (MDA) es fundamental para detectar y responder a actividades en las aguas territoriales de Chile. El *proyecto Vigilium*, liderado por Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), busca mejorar esta conciencia mediante la implementación de una red de radares costeros y drones. Actualmente en fase de desarrollo, este proyecto

fortalecerá la capacidad de vigilancia y respuesta ante amenazas como la pesca ilegal y el tráfico ilícito. Al integrar estos sistemas con las capacidades satelitales, Chile podrá monitorear su vasto espacio marítimo de manera más efectiva y en tiempo real, reforzando la seguridad y soberanía nacional (Infodefensa, Proyecto Vigilium, 2021).

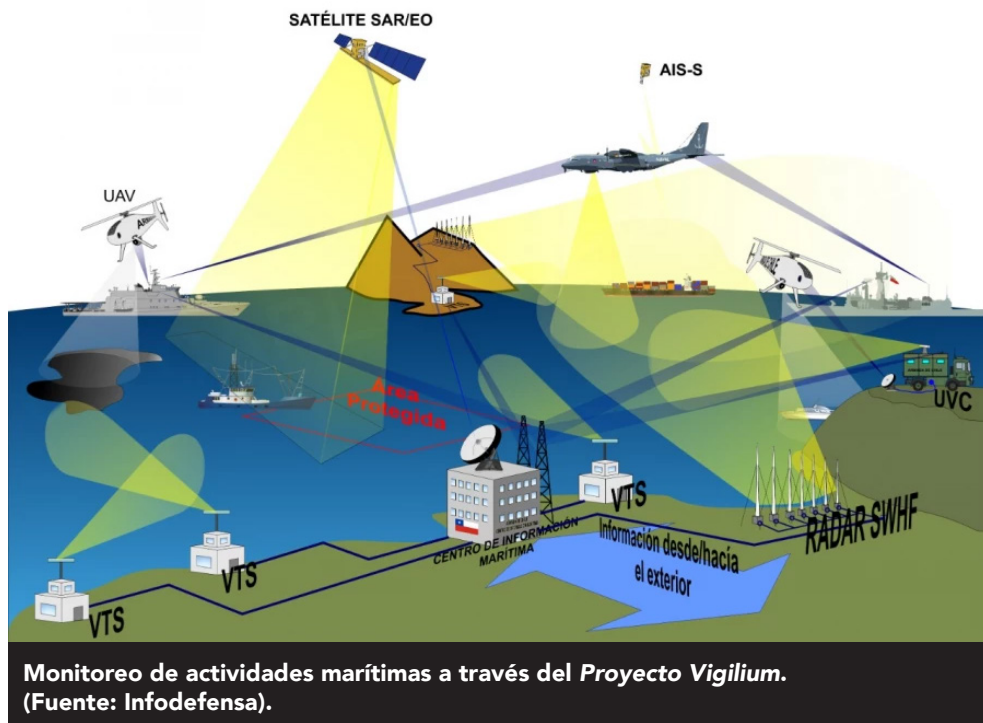
4. Gestión de desastres naturales y ayuda humanitaria

Chile es vulnerable a desastres naturales como terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas. La gestión efectiva de estos eventos requiere tecnologías avanzadas para la monitorización y coordinación en tiempo real. Los satélites del SNSat son cruciales al proporcionar datos actualizados para la toma de decisiones en emergencias, permitiendo coordinar rescates, evaluar daños y desplegar recursos eficientemente. La Armada, con su capacidad de despliegue rápido, puede aprovechar estos datos para coordinar misiones de rescate y ayuda humanitaria, mejorando la respuesta en crisis.

5. Seguridad de las comunicaciones y protección de la población

En un entorno de crecientes amenazas cibernéticas y electrónicas, la seguridad de las comunicaciones militares es crucial. La dependencia de sistemas satelitales comerciales introduce riesgos como la vulnerabilidad a ataques y la dependencia de terceros para la transmisión de información crítica. Para la Armada, desarrollar sistemas de comunicación satelitales independientes es vital para garantizar la seguridad operativa, evitando interferencias y espionaje, especialmente en situaciones de crisis.

Un problema constante es la pérdida de comunicaciones en fuerzas terrestres durante operaciones críticas. Aquí es donde tecnologías como el nanosatélite SAVIOR-Cube son relevantes, ya que actúan como repetidores en VHF en órbita baja, extendiendo el rango de las comunicaciones más allá del horizonte (Swintek, 2018).



Este sistema ofrece una alternativa resiliente y de bajo costo a las arquitecturas satelitales tradicionales, proporcionando comunicaciones seguras y confiables incluso en condiciones adversas, reduciendo así la dependencia de infraestructuras vulnerables.

Colaboración y desarrollo conjunto

El avance en capacidades espaciales no se logra de manera aislada. Es esencial que la Armada colabore con universidades, centros de investigación, la industria privada y otras ramas de las Fuerzas Armadas. Actualmente, la FACH domina el sector espacial, creando un monopolio. Para que la Armada desarrolle sus capacidades espaciales, debe colaborar activamente con la FACH, aprovechando su experiencia y recursos.

Además, la cooperación con instituciones académicas es clave para mantenerse a la vanguardia tecnológica. Iniciativas como KnowHub impulsan la creación de un Instituto Tecnológico Público (ITP) enfocado en la defensa, vital para desarrollar capacidades espaciales avanzadas (KnowHub, 2023).

Colaborar con universidades para establecer laboratorios conjuntos es una estrategia clave para desarrollar satélites CubeSat y otras tecnologías avanzadas. La ubicación geográfica de Chile ofrece ventajas para lanzamientos en órbitas polares, lo que puede fortalecer las capacidades espaciales del país. Este esfuerzo conjunto permitirá a la Armada expandir sus capacidades y contribuir al desarrollo del sector espacial en Chile.

Un Pequeño Paso para el Hombre, ¿Un Gran Avance para la Armada?

En América Latina, varias armadas han reconocido la importancia del espacio para la defensa nacional. Brasil y Argentina han logrado avances significativos con

programas espaciales, como el lanzamiento de satélites para vigilancia y gestión de emergencias. Perú y Colombia también han iniciado programas espaciales, aunque en etapas tempranas, mientras que Ecuador ha desarrollado satélites CubeSat en colaboración con universidades.

Chile, con el SNSat y su enfoque en la innovación tecnológica, está bien posicionado para liderar en este campo. Sin embargo, es crucial que la Armada se involucre en estos proyectos para mantener al país a la vanguardia en tecnología espacial y defensa nacional (Guzmán, 2021)

Educación, innovación y el futuro: Un ecosistema espacial chileno

El futuro de la defensa espacial en Chile está directamente relacionado con la educación y la innovación. Loreto Moraga, presidenta de la Asociación Chilena del Espacio (ACHIDE), lo deja claro: Chile tiene una gran oportunidad en la industria espacial gracias a su experiencia en sectores como la minería espacial y su ubicación privilegiada en Magallanes, perfecta para instalar antenas que captan datos satelitales desde el Polo Sur. Además, el país ya es un hub clave para *Copernicus*² en la región, con infraestructura para procesar y transmitir esos datos rápidamente (SpaceHub, 2024).

Pero no todo es perfecto. Moraga subraya que sin una agencia espacial que coordine estos esfuerzos, Chile no está cumpliendo con sus compromisos internacionales en el ámbito espacial. El país avanza en proyectos como el SNSat, que planea tener 10 satélites en órbita para 2025, pero la falta de una agencia limita la participación en foros globales y la capacidad de supervisar sus actividades espaciales. Según ella, la creación de una agencia espacial chilena es esencial para consolidar estos avances y para que Chile juegue un papel más activo en la escena internacional.

El nuevo horizonte de la Armada en el espacio

2. *Copernicus Open Access Hub* es una plataforma que brinda acceso gratuito a datos de los satélites Sentinel

Reflexiones finales

La expansión de la Armada chilena hacia el espacio es crucial para la defensa nacional y la protección de la población. Con proyectos como FASat-Delta y SNSat, Chile avanza hacia el liderazgo en tecnologías espaciales. Para asegurar esta posición, la Armada debe involucrarse activamente, fortaleciendo la defensa terrestre y marítima del país.

Francisco Martínez, Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la

Universidad de Chile, subraya la importancia de que Chile avance hacia una economía basada en el desarrollo tecnológico y que se convierta en un país autónomo en la generación de tecnología, superando la fuga de talentos (Diario UChile, 2023).

La Armada debe ser un catalizador en el desarrollo tecnológico y en la retención de talento para que Chile sea líder en tecnología avanzada, no solo su usuario.

Invito a todos los miembros de la Armada a unirse a este desafío para liderar el futuro de la defensa espacial de nuestra nación.



LISTA DE REFERENCIAS

1. Aderes Consultores. (2012). *Capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile*. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile.
2. Aimone, G. (26 de diciembre de 2019). Emergencia SAR en el mar de Drake. Obtenido de <https://revistamarina.cl/es/articulo/emergencia-sar-en-el-mar-de-drake>
3. Armada de Chile. (s.f.). Áreas de Misión. Obtenido de Armada: <https://www.armada.cl/nuestra-armada/areas-de-mision>
4. CITA & Know Hub. (2024). Innovación Dual. Santiago: <https://innovaciondual.cl/>.
5. CNN Chile. (14 de marzo de 2024). Estudiantes chilenos obtienen primer lugar en competencia internacional de nanosatélites: "Fue una experiencia inolvidable". Obtenido de <https://www.cnnchile.com/pais/estudiantes-chilenos-primer-lugar-competencia-internacional-de-nanosatelites-20240314/>
6. Diario UChile. (31 de marzo de 2023). Obtenido de U. de Chile presentó resultados científicos de sus tres satélites en órbita: <https://radio.uchile.cl/2023/03/31/u-de-chile-presento-resultados-cientificos-de-sus-tres-satelites-en-orbita/>
7. DIRECTEMAR. (2024). Área SAR MRCC Chile. Obtenido de <https://www.directemar.cl/directemar/seguridad-maritima/mrcc-chile/area-sar-mrcc-chile>
8. Explora. (2022). SUCHAI II y III: La carrera espacial chilena. Obtenido de <https://www.explora.cl/blog/suchai-ii-y-iii-la-carrera-espacial-chilena/>
9. Gobierno de Chile. (4 de julio de 2023). Exitoso lanzamiento del satélite chileno FASat-Delta. Obtenido de <https://www.gob.cl/noticias/exitoso-lanzamiento-del-satelite-chileno-fasat-delta/>
10. Guzmán, J. (2021). Programas espaciales en América Latina: Historia, operaciones actuales y cooperación futura. *Revista Fuerza Aérea-EUA*, 22-42.
11. Infodefensa. (23 de octubre de 2020). La Armada de Chile impulsa un proyecto satelital para combatir la pesca ilegal. Obtenido de <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3124962/armada-chile-impulsa-proyecto-satelital-combatir-pesca-ilegal>
12. Infodefensa. (7 de septiembre de 2021). Cerro Dominador. Obtenido de <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3166047/chile-obtiene-primer-imagen-nuevo-sistema-nacional-satelital>
13. Infodefensa. (2021). Proyecto Vigilium. Obtenido de <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3056857/chile-implementara-radares-drones-mejorar-control-area-maritima>
14. KnowHub. (2023). ITP Defensa. Obtenido de <https://knowhub.cl/itp-defensa-in/>
15. López, A. (10 de agosto de 2023). Obtenido de UdeC fue la única expositora de la academia en la primera Conferencia sobre "Soberanía Espacial Nacional": <https://noticias.udec.cl/udec-fue-la-unica-expositora-de-la-academia-en-la-primer-conferencia-sobre-soberania-espacial-nacional/>
16. MINDEF. (13 de diciembre de 2021). Sistema Nacional Satelital. Obtenido de <https://espacioparachile.cl/snsat/>
17. Muñoz, J. (12 de enero de 2023). Obtenido de P-3 Orion y C295 Persuader de la Armada de Chile vigilan una enorme flota pesquera china en tránsito al Atlántico: <https://www.defensa.com/chile/p-3-orion-c295-persuader-armada-chile-vigilan-enorme-flota-china>
18. PUCV. (10 de agosto de 2023). Obtenido de Alumna creó microantena satelital impresa en 3D para lanzar al espacio: <https://www.pucv.cl/pucv/noticias/destacadas/alumna-creo-microantena-satelital-impresa-en-3d-para-lanzar-al-espacio>
19. Pugh, K. O. (01 de febrero de 2004). El empleo estratégico del espacio exterior. Obtenido de https://revistamarina.cl/revistas/2004/1/pugh_opdf
20. SpaceHub. (10 de enero de 2024). SpaceHub. Obtenido de <https://spacehub.cl/la-vision-de-achide-sobre-la-industria-espacial-chilena/>
21. Subtel. (2014). Política Nacional Espacial 2014-2020. Santiago: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
22. Swintek, P. (junio de 2018). Critical vulnerabilities in the space domain: Using nanosatellites as an alternative to traditional satellite architectures. Obtenido de NAvai Post Graduate School: <https://hdl.handle.net/10945/59600>
23. UAI. (2024). Universidad Adolfo Ibáñez. Obtenido de Ingeniería Aeroespacial: <https://admission.uai.cl/carreras/ingenieria-aeroespacial/>
24. UChile. (2 de abril de 2022). Satélites de la Universidad de Chile son lanzados al espacio. Obtenido de radio.uchile.cl/2022/04/02/satelites-de-la-universidad-de-chile-son-lanzados-al-espacio/
25. UChile. (31 de marzo de 2023). Satélites en Órbita. Obtenido de radio.uchile.cl/2023/03/31/u-de-chile-presento-resultados-cientificos-de-sus-tres-satelites-en-orbita/
26. UdeC. (18 de agosto de 2023). Ciencia & Tecnología. Obtenido de Con Cohete Sustentable estudiantes UdeC competirán en la Latin Space Challenge en Brasil: <https://noticias.udec.cl/con-cohete-sustentable-estudiantes-udec-competiran-en-la-latin-space-challenge-en-brasil/>
27. USM. (9 de junio de 2023). USM forma parte del Sistema Nacional Satelital. Obtenido de <https://usm.cl/noticias/usm-forma-parte-del-sistema-nacional-satelital-con-entrega-de-transferencia-tecnologica/>
28. Venditti, B. (27 de enero de 2022). The Cost of Space Flight Before and After SpaceX. Obtenido de Visualcapitalist: <https://www.visualcapitalist.com/the-cost-of-space-flight/>
29. Xu, Z. L. (2024). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/rs15083656>