



PRIORIDADES I+D+I DEL NEW SPACE



PROYECTO FINANCIADO POR PTR2022-001299

FINANCIADO POR CONVOCATORIA PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN 2022

Índice

Resumen ejecutivo	4
Introducción	5
Clasificación de las prioridades con respecto a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	6
Descripción detallada de prioridades de I+D+I de <i>New Space</i>	7
P01+P10. Desarrollo de antenas desplegadas	7
P02+P03. Nuevos materiales avanzados y/o inteligentes, mecanismos y dispositivos multifuncionales para su aplicación en la industria aeroespacial.....	9
P04. Desarrollos orientados a la automatización de misiones	11
P05. Estudio, validación y utilización de componentes y tecnologías COTS.....	12
P08+P11. Apuntado de alta precisión en pequeños satélites.....	13
P09. Subsistemas ópticos de comunicaciones embarcados en <i>SmallSats</i> con capacidad de distribución de clave cuántica	15
P12. Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: sensores.....	18
P13. Desarrollos para la Gestión del Tráfico Espacial o STM (<i>Space Traffic Management</i>) para la operación segura ante el creciente tráfico espacial incluidas las futuras.....	19
P.14 Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: procesamiento de datos y soporte a operadores.....	20
P15. Infraestructura de pruebas para sistemas multi-órbita	21
P16. Plataforma para la caracterización selectiva del comportamiento del software empleando técnicas de observación no intrusivas	23
P17+P18. Tecnologías de industrialización para constelaciones	25
P19. Nuevos Procesos Productivos para Fabricación e Integración de Estructuras Termomecánicas .	26
P20. Fabricación aditiva	28
P21. Evaluación del impacto de la basura espacial en la atmósfera.....	30
P22+P23+P24+P25. Desarrollo de Regulación y Normativa Espacial en España	31
Hoja de ruta de las prioridades de I+D+I del <i>New Space</i>	38
Documentos de referencia	40
Anexo: Metodología	41

Control de cambios

Autores	Versión	Fecha	Modificaciones
<p>AEDAE: Efrén Díaz Carlos Albareda Violeta Gandullo Raúl González Muñoz Rafael Harillo Gómez-Pastrana Leonardo Alberto López Marcos Rosier Almenar Rodríguez</p> <p>CITD: Marta García-Cosío Carmena Lidia Hernández Alvarez</p> <p>COMET Ingeniería: José Nieto Mocholí</p> <p>EOS Ingeniería: Gonzalo Crespo</p> <p>GMV: Almudena Sánchez González</p> <p>IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias): Alex Oscoz</p> <p>INDRA: Guillermo Monzón</p> <p>INVENTIA Kinetics, SL: José Antonio García Miguel Angel Paz Clemente</p> <p>UAH- SRG: Daniel Meziat Luna Sebastián Sánchez Prieto Óscar Rodríguez Polo</p> <p>UCM: Ana Inés Gómez de Castro</p> <p>Universidad Carlos III de Madrid: Luis Entrena Arrontes Jaume Navarro Cavallé Andrés Marcos Esteban</p> <p>Universidad de Vigo: Guillermo Rey</p> <p>Universidad Politécnica de Madrid: Juan José Morillas Guerrero</p> <p>Supervisión PAE: Andrés Catalán</p> <p>Coordinación: GMV (Almudena Sánchez)</p>	<p>Borrador</p> <p>V1</p>	<p>18/3/2024</p> <p>15/4/2024</p>	<p>Primer borrador para revisión del Grupo de Trabajo Estrategia Espacio.</p> <p>Primera versión para publicar.</p>

Resumen ejecutivo

Este documento constituye el **entregable 7.1 (Prioridades tecnológicas del New Space)** hacia el Ministerio según la Memoria de solicitud de ayuda para la PAE vigente [R1]. Este entregable es el resultado de la Acción 7 New Space de la Memoria mencionada y pretende documentar las prioridades tecnológicas para el desarrollo del New Space en España identificadas por el Grupo de Trabajo de Estrategia Espacial.

El documento es el resultado del análisis realizado por los miembros del Grupo de Trabajo que integran toda la cadena de valor y los distintos perfiles de organizaciones (universidades, centros tecnológicos públicos y privados, asociaciones e industrias grandes, medianas y pequeñas) durante el primer trimestre de 2024.

Las **17 líneas de I+D+I resultantes** dan una buena cobertura de los temas identificados en la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio vigente. El documento presenta su descripción detallada, así como la hoja de ruta identificada indicando un marco temporal y el impacto esperado de las mismas. **Casi todas las prioridades de I+D+I identificadas se consideran de alto impacto económico o científico.** Respecto a la necesidad temporal, **casi todas requieren un plazo medio (2027), aunque unas pocas serían de mayor urgencia (2025).** Algunas requerirían a priori de atención continua desde el corto plazo.

Se espera que esta primera versión de las Prioridades tecnológicas del New Space sea útil para identificar elementos prioritarios para un Plan Nacional del Espacio en el corto plazo. Con este resultado se pretende contribuir a la actualización de la Agenda estratégica de la I+D+I de Espacio [R2] así como sensibilizar al sector y a las autoridades de financiación del I+D+I regional y estatal del interés e impacto de las líneas prioritarias identificadas.

Introducción

La transformación del llamado *New Space* en los distintos eslabones de la cadena de valor del sector está provocando un empuje transformador sin precedentes en el mismo, acentuado por la entrada de financiación privada en el modelo de aceptación/compartición de riesgos y beneficios. Esta situación está propiciando la entrada de nuevos actores en el mercado, en muchos casos *start-ups* y PYMES, que están desarrollando iniciativas disruptivas muy prometedoras.

En este contexto, las empresas españolas del sector requieren de un apoyo continuado a sus prioridades de I+D+I que permita mantener su competitividad a nivel global.

De acuerdo con el plan de actividades planificadas en la Memoria de la asociación para la anualidad 2024 [R1], el Grupo de Trabajo dedicado a la Estrategia Espacio (GTE) ha realizado durante el primer trimestre de 2024 el ejercicio de identificación y priorización de las prioridades tecnológicas de I+D+I para el *New Space*. Este ejercicio alimentará a un ejercicio similar a nivel de Espacio en general, incluyendo ambas perspectivas, la tradicional y la nueva, que se ejecutará durante el tercer trimestre del año.

La metodología aplicada se resume en el anexo mientras que el cuerpo principal del documento presenta las líneas de I+D+I identificadas, expone su descripción detallada y propone una prioridad de las mismas avalada por el Grupo en términos mayoritarios.

Este documento constituye el **entregable 7.1. (Prioridades tecnológicas del New Space)** hacia el Ministerio según la Memoria de solicitud de ayuda para la PAE vigente [R1]. Este entregable es el resultado de la Acción 7 *New Space* de la Memoria mencionada y pretende documentar las prioridades tecnológicas para el desarrollo del *New Space* en España identificadas por el Grupo de Trabajo de Estrategia Espacial.

El documento es el resultado del análisis realizado por los miembros del Grupo de Trabajo que integran toda la cadena de valor y los distintos perfiles de organizaciones (universidades, centros tecnológicos públicos y privados, asociaciones e industrias grandes, medianas y pequeñas).

Por tanto, el análisis realizado con los miembros del Grupo de Trabajo, que han participado voluntaria y activamente, involucra los distintos subsistemas de un sistema espacial a lo largo de toda la cadena de valor. Además, el ejercicio ha revelado el interés sobre prioridades horizontales no tecnológicas tales como el desarrollo legislativo/normativo del sector, que podría suponer una barrera de acceso al mercado internacional, de no tratarse debidamente.

Con este resultado se pretende contribuir a la actualización de la Agenda estratégica de la I+D+I de Espacio [R2] así como sensibilizar al sector y a las autoridades de financiación del I+D+I regional y estatal del interés e impacto de las líneas prioritarias identificadas.

Clasificación de las prioridades con respecto a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio

Se presentaron 25 líneas de I+D+I, numeradas de P1 a P25 por parte de los miembros de Grupo de Trabajo. Como resultado del debate interno y la confluencia de líneas sinérgicas o complementarias o la combinación de líneas similares, las 17 líneas de I+D+I resultantes, que se presentan en la sección siguiente, dan una buena cobertura de los temas identificados en la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio vigente salvo para las líneas troncales T3 y T9, tal y como se puede observar en la tabla que se presenta en esta sección a continuación. Cada línea identificada está trazada a las líneas troncales y tecnologías disruptivas descritas en dicha Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio [R2], según las siguientes leyendas.

Leyenda para tecnologías disruptivas / emergentes:

- T1. Materiales multifuncionales e inteligentes
- T2. Tecnologías de *clean space*
- T3. *GNC* para vehículos autónomos y robótica
- T4. Procesado en la nube, volumen, velocidad y fusión de datos aplicados a segmento terreno
- T5. *Big data* aplicado a segmento terreno
- T6. Satélites fraccionados
- T7. Tecnologías de industrialización para constelaciones
- T8. Inteligencia artificial aplicada a gestión de sistemas complejos
- T9. Propulsión eléctrica avanzada
- T10. Tecnologías avanzadas de *SST*
- T11. Tecnologías de ciberseguridad aplicadas a segmento vuelo y terreno
- T12. Tecnologías avanzadas en ciencia y exploración

Leyenda para líneas troncales:

- L1. Lanzadores
- L2. Instrumentos para ciencia y exploración
- L3. Cargas útiles telecom avanzadas
- L4. Instrumentos para observación de la tierra
- L5. Sistemas y elementos clave de *SSA* (space situational awareness)
- L6. Ciberseguridad
- L7. Materiales avanzados
- L8. Fabricación avanzada incluyendo fabricación aditiva de altas prestaciones
- L9. Control de misiones
- L10. Mecanismos
- L11. Componentes para la no dependencia

Tecnologías disruptivas / emergentes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Líneas troncales												
L1		X		X	X			X			X	X
L2	X	X		X	X		X	X		X	X	X
L3	X						X				X	X
L4	X	X		X	X		X	X		X	X	X
L5		X		X	X			X		X	X	X
L6		X		X	X			X			X	X
L7	X	X				X	X	X				
L8	X	X				X	X	X				
L9		X		X	X			X		X		
L10	X	X				X	X	X				
L11	X	X		X	X	X	X	X		X	X	

Descripción detallada de prioridades de I+D+I de *New Space*

P01+P10. Desarrollo de antenas desplegadas

Prioridad P01+P10. Desarrollo de antenas desplegadas

Reto (competitividad/mercado)	Evolucionar la tecnología para conseguir mecanismos de despliegue optimizados para elementos radiantes (antenas) Tamaño: Medio (nicho)
Necesidad temporal en el mercado	X 2025 X 2027 X 2030
Impacto económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo X Medio <input type="checkbox"/> Alto <p>Hay una necesidad y un mercado creciente en lo relativo a antenas desplegadas debido a la miniaturización de los satélites (sobre todo en órbitas bajas).</p> <p>La acomodación de antenas de elevadas prestaciones en pequeños satélites es posible con antenas desplegadas. En estos momentos ya hay en funcionamiento en Europa y Estados Unidos proyectos que prevén la inclusión de este tipo de antenas en misiones que conllevan desde uno a varios cientos de satélites. El estado del arte de esta tecnología es incipiente y, salvo los principales proveedores norteamericanos (Northrop Grumman, Harris, Tendeg...), no hay en Europa ninguna empresa que en estos momentos tenga un producto con flight heritage, salvo algunas pequeñas antenas desplegadas, con lo que el desarrollo de un producto que además sea competitivo permite el acceso a un nuevo mercado de pequeños satélites de altas prestaciones en campos tales como las telecomunicaciones, la observación de la tierra, y navegación (PNT). El desarrollo nacional y vuelo de este tipo de antenas posicionaría a la industria española al frente del sector europeo, con la capacidad para, no sólo desarrollarse en Europa, sino penetrar en los mercados americanos y asiático.</p> <p>Entre otros, ya se están realizando por parte de la Agencia Espacial Europea y otras entidades, proyectos de investigación para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La constelación LEO-PNT de la ESA, con conjuntos de antenas desplegadas en las bandas UHF, L y S. Con esta tecnología, los satélites se pueden simplificar en comparación con los satélites de navegación por satélite actuales, porque esencialmente transmitirían señales de navegación por satélite desde MEO. Este es un punto clave porque será necesario que haya muchos más satélites para garantizar la cobertura global, porque cuanto más baja sea la órbita, más rápido cruzará el cielo cada satélite individual. Este hecho también abre el camino a un enfoque más ágil del “Nuevo Espacio” para la construcción de satélites para las empresas europeas, con cargas útiles más pequeñas y operaciones simplificadas desde tierra. - Constelaciones de pequeños satélites para prestar servicios de vigilancia satelital de aeronaves y comunicación de voz y datos con pilotos, especialmente en zonas remotas y oceánicas, sin cobertura con los actuales sistemas de navegación aérea, basados en infraestructuras terrestres, con antenas desplegadas de grandes dimensiones en banda VHF, - Radar sounding en VHF para mapear acuíferos en zonas subdesérticas y el régimen de congelación y fusión en las capas de hielo, - Altimetría, donde se pueden sustituir las costosísimas antenas desplegadas tales como la empleada en la misión CIMR por conjuntos de cubesats con pequeñas antenas desplegadas, reduciendo a la décima parte el coste de las misiones. - Observación de la tierra e ISL, donde pequeñas antenas desplegadas SAR que van desde la banda L hasta la banda Ka pueden multiplicar las capacidades de los pequeños satélites. - Defensa (SAR) <p>En estos momentos son varias las empresas españolas las que están liderando proyectos de este tipo, lo que las posiciona de manera óptima para ocupar de manera preferente un nuevo nicho de mercado europeo y mundial.</p>
Aplicabilidad	Es un elemento habilitador tanto para aplicaciones de telecom, como navegación y

al New Space	<p>observación de la tierra.</p> <p>El desarrollo de estas antenas permitirá el acceso a bajo coste al espacio de nuevas misiones y constelaciones, con capacidades ampliadas con respecto a los cubesats y pequeños satélites tradicionales. Se proporcionarán antenas de alto valor añadido y el coste de los satélites y por lo tanto de las misiones será mínimo en comparación con los satélites actuales que portan antenas no desplegadas con las mismas capacidades.</p> <p>Por lo tanto es una tecnología con múltiples aplicaciones, disruptiva y de mucho interés para el New Space.</p>
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> X Espacio <input type="checkbox"/> X Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>Desde hace años, con la llegada del New Space y la miniaturización de los satélites, ha surgido la necesidad de miniaturizar también los sub-sistemas, entre ellos las antenas que son unos de los elementos más voluminosos de los satélites.</p> <p>Especialmente en aplicaciones de frecuencias bajas. Comunicaciones marítimas o aeronáuticas que tradicionalmente operan en VHF o UHF. Aplicaciones de navegación (LEO-PNT) donde las frecuencias de interés siguen siendo bajas (UHF y L-band) y también para aplicaciones de radiometría en frecuencias bajas (aplicaciones topográficas en frecuencias VHF o UHF) y finalmente también para aplicaciones de defensa como SIGINT.</p> <p>Por ello es preciso el desarrollo de antenas desplegadas para afrontar todos estos retos.</p> <p>Y conocemos de la necesidad tanto de actores españoles, como extranjeros de este tipo de antenas.</p>
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	<p>Líneas troncales: principal L10. Mecanismos, L3. Cargas útiles telecom avanzadas y L4. Instrumentos para observación de la tierra , otras L2. Instrumentos para ciencia y exploración y L11. Componentes para la no dependencia</p> <p>Tecnologías disruptivas: principal T7. Tecnologías de industrialización para constelaciones, otras T1. Materiales multifuncionales e inteligentes .</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica: no disponible.</p>
Referencias bibliográficas y de mercado	<ul style="list-style-type: none"> • R. Caballero, M. Goñi, V. Ortega, G. Gonzalez, P. Nieto, J. Daniel Martinez, V. Enrique Boria-Esbert, O. Aragon, N. Hwang, T. Fritzel, H. Steiner, DEPLOYABLE WIDEBAND AND DIRECTIVE DUAL CIRCULARLY POLARIZED VHF ANTENNA FOR REMOTE RADAR SENSING APPLICATION, 41th ESA Antenna Workshop, ESA-ESTEC, 2023 • R. Caballero, A. Tellechea, V. Sesma, L. Vigor, P. Nieto, V. Ortega, G. González, A. Martínez. DEPLOYABLE VHF/UHF HELIX ANTENNA WITH ISOFLUX RADIATION PATTERN, 41th ESA Antenna Workshop, ESA-ESTEC, 2023 • J. Nieto, A. Martínez, D. Valcazar, A. Camps and V. Rosello, “Large Deployable Offset Feed Antennas for Cubesats”, in 40th ESA Antenna Workshop, ESA-ESTEC, 2019. • https://oxford.space/ • https://www.hps-gmbh.com/ <p>En España contamos con una industria y universidades con un know-how alto en diseño de antenas. Sin embargo a día de hoy el desarrollo de esta tecnología no está madura todavía. Sabemos que hay otras empresas trabajando en ello y nosotros mismos llevamos más de 4 años desarrollando la tecnología aplicada a diferentes tipos de antenas (y gracias a ello estamos trabajando de forma activa tanto con algún cliente privado, como a través de proyectos ESA en ello).</p>

P02+P03. Nuevos materiales avanzados y/o inteligentes, mecanismos y dispositivos multifuncionales para su aplicación en la industria aeroespacial

Prioridad P02+P03. Nuevos materiales avanzados y/o inteligentes, mecanismos y dispositivos multifuncionales para su aplicación en la industria aeroespacial	
Reto (competitividad científica o comercial)	<p>R3: ESPACIO PARA LA NO DEPENDENCIA AA3.5 Desarrollo de componentes para la no dependencia Investigar, validar y conseguir el desarrollo y puesto en el mercado de nuevos materiales avanzados y/o inteligentes, mecanismos y dispositivos funcionales más sostenibles y ecológicos que hagan más competitiva la industria aeroespacial española y fomenten su soberanía tecnológica.</p> <p>La exploración espacial vive un punto de inflexión, y de aquí a 2030 ya están previstas no menos de 150 misiones de exploración espacial en nuestro territorio. Esta dinámica abre nuevos mundos y oportunidades inéditas. Todo ello apunta al surgimiento de nuevos modelos de negocio basados en avances científicos de calado, como la inteligencia artificial, los nuevos materiales, el procesamiento cuántico, el desarrollo de mecanismos de mantenimiento y liberación, los de despliegue, actuadores, otras tecnologías de integración multifuncional, así como la fabricación de objetos en microgravedad o la vigilancia del clima, entre otras potencialidades.</p>
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2025 <input checked="" type="checkbox"/> 2027 <input type="checkbox"/> 2030 <input type="checkbox"/> Otro (especificar)
Impacto científico o económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Alto Esta propuesta persigue el trabajo colaborativo y la I+d+i abierta aplicada a la innovación del sector aeroespacial mediante la realización de investigaciones, validaciones, prototipados y el desarrollo de elementos, sustancias, materiales o mecanismos de altas prestaciones ingenieriles. Se pretende interactuar entre la empresa y la academia para la implementación de métodos, sistemas y procesos a través de innovaciones de todo tipo que permitan conseguir avances significativos en la industria aeroespacial bajo demanda. Pretendemos, dentro del nicho de mercado aeroespacial, la búsqueda de elementos actuadores, micromecanismos y materiales en el dominio mecánico o de sintetización de compuestos químicos, cerámicos, metálicos o de cualquier tipo que coadyuven a la mejora de las prestaciones térmicas, elásticas o de otro tipo de las construcciones aeroespaciales. Deseamos situarnos a la vanguardia de la “industria aeroespacial verde”, ayudando a las PYMES a ahorrar costes de investigación y fabricación, evitar errores o residuos innecesarios, evitar procesos superfluos y todo ello con una alta ganancia medioambiental en concordancia con la Agenda 2030.
Aplicabilidad al New Space	Resulta obvio que la creación de un ecosistema económico, social, científico y de defensa relacionado con el espacio está consiguiendo grandes impulsos en la actualidad [1]. Si con materiales convencionales se ha reducido a solo 250 dólares de coste por kilogramo de vehículo espacial [2], pensemos que los avances de mecanismos, estructuras y nuevos materiales abaratará mucho más estos costes lo que incentivará la participación de inversionistas privados. [3]
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>La colaboración en investigación y desarrollo de dispositivos más eficientes y de materiales avanzados para aplicaciones espaciales se beneficia del uso de una metodología DFT de análisis y propuesta de sinterizaciones junto a la fabricación, sobre seguro, de estos elementos y materiales. La aplicación de estos desarrollos aplicaría a las siguientes líneas [4]:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Materiales multifuncionales e inteligentes como por ejemplo -Materiales inteligentes, ligeros y resistentes para estructuras y mecanismos. -Materiales y dispositivos para atenuación y absorción de vibraciones mecánicas, acústicas y las generadas por impactos de alta energía.

	<p>-Tecnologías / estrategias para mejorar la conductividad eléctrica y térmica y el comportamiento frente a radiación de materiales compuestos y metálicos.</p> <p>-Tecnologías para la integración multifuncional (térmicas, eléctricas -datos y potencia, almacenamiento y generación de energía, etc.) en elementos estructurales.</p> <p><u>Desarrollo de mecanismos, actuadores y materiales para la no-dependencia</u> como</p> <p>-Desarrollo y calificación de mecanismos de mantenimiento y liberación (Hold Down and Release, en inglés).</p> <p>-Desarrollo y calificación de mecanismos de despliegue (Deployment Mechanisms, en inglés) incluyendo estructuras en tensegridad (Tensegrity Structures, en inglés).</p> <p>Además, resulta de vital importancia la utilización de técnicas computacionales, métodos cuánticos, la simulación molecular y el modelado a nivel atómico, entre otras metodologías innovadoras que permiten explorar, validar y ofrecer resultados para su fabricación industrial lo cual supone una amplia gama de combinaciones químicas y estructurales ya verificadas de entre las infinitas posibilidades. Podemos descubrir nuevas superaleaciones, materiales cerámicos, aleaciones de alta entropía, materiales con memoria de forma, polímeros reforzados más resistentes hasta materiales compuestos, por ejemplo, phases max o para escudos térmicos.</p>
<p>Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio</p>	<p>Líneas troncales: L7 MATERIALES AVANZADOS y L11 COMPONENTES PARA LA NO DEPENDENCIA</p> <p>Tecnologías disruptivas: T1 MATERIALES MULTIFUNCIONALES E INTELIGENTES</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica: AA2.2 PROMOVER LA COMPETITIVIDAD, AA3.5 NO DEPENDENCIA. MATERIALES, LAT 2.6.2 Materiales multifuncionales e inteligentes, y LAT 3.3.2 Desarrollo de mecanismos, actuadores y materiales para la no dependencia</p>
<p>Referencias bibliográficas y de mercado</p>	<p>[1] COIAE, Gutierrez Alba, I., & Rodríguez Sanz, A. (2021). Informe de innovación del Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España. 1–102.</p> <p>[2] Informe de la Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos del Espacio (UNOOSA, por sus siglas en inglés).</p> <p>[3] Informe Satellite Industry Association (2020) Bryce Space and Technology.</p> <p>[1] [4] State-of-the-Art. Small Spacecraft Technology (2024). Small Spacecraft Systems Virtual Institute, Ames Research Center. Ref. NASA/TP—2024–10001462.</p>

P04. Desarrollos orientados a la automatización de misiones

Prioridad P04. Desarrollos orientados a la automatización de misiones	
Reto (competitividad/mercado)	Desarrollar sistemas terrenos flexibles y robustos que puedan gestionar eficazmente las operaciones espaciales automatizadas a gran escala, garantizando escalabilidad, flexibilidad y mantenibilidad a lo largo del ciclo de vida de las misiones.
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2025 X 2027 <input type="checkbox"/> 2030
Impacto científico o económico	Mejorar la seguridad operativa y reducir los costes mediante el desarrollo de sistemas avanzados que automatizan las operaciones espaciales, garantizando una gestión eficiente y segura del espacio y optimizando el uso de recursos.
Aplicabilidad al New Space	Impulsar la eficiencia operativa y la competitividad al ofrecer soluciones avanzadas de automatización que permiten una gestión más ágil y rentable de las operaciones espaciales emergentes.
Segmento	X Espacio X Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar sistemas de automatización que mejoren la eficiencia operativa y la seguridad en las operaciones espaciales del New Space. - Reducir los costes de operación mediante la optimización de procesos y la eliminación de la dependencia de la intervención humana. - Facilitar la escalabilidad de las operaciones espaciales al adaptar los sistemas automatizados a diferentes tipos de misiones y cargas de trabajo variables. - Mejorar la flexibilidad y la mantenibilidad de los segmentos terrenos para despliegue y operaciones, garantizando su adaptabilidad a lo largo del ciclo de vida de las misiones. - Impulsar la competitividad del sector del New Space al ofrecer soluciones tecnológicas avanzadas que optimicen el rendimiento y la rentabilidad de las operaciones espaciales.
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	<p>Líneas troncales: L5 Sistemas y elementos clave de SSA, L11 Componentes para la no dependencia, L9 Control de misiones</p> <p>Tecnologías disruptivas: T10 Tecnologías avanzadas de SST, T2 Tecnologías de cleanspace, T4 Procesado en la nube, volumen, velocidad y fusión de datos aplicados a segmento terreno, T5 Big data aplicado a segmento terreno, T8 Inteligencia artificial aplicada a gestión de sistemas complejos</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica: no disponible.</p>
Referencias bibliográficas y de mercado	No disponible.

P05. Estudio, validación y utilización de componentes y tecnologías COTS

Prioridad P05. Estudio, validación y utilización de componentes y tecnologías COTS	
Reto (competitividad/mercado)	Tecnologías y aplicaciones críticas para la no dependencia. Tecnologías y componentes electrónicos COTS
Necesidad temporal en el mercado	<input checked="" type="checkbox"/> 2025 <input checked="" type="checkbox"/> 2027 <input checked="" type="checkbox"/> 2030
Impacto económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto Es muy difícil hacer una justificación cuantitativa, pero es evidente que existe una fuerte demanda de soluciones basadas en COTS y que el éxito de misiones low-cost puede depender en gran medida de su fiabilidad.
Aplicabilidad al New Space	Los componentes COTS son imprescindibles para las misiones de bajo coste, que en muchos casos no pueden permitirse asegurar su fiabilidad. Obtener datos de la fiabilidad y la tolerancia a la radiación, y desarrollar soluciones que permitan la reutilización pueden constituir una gran ventaja competitiva.
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>El uso de componentes COTS es una necesidad para abaratar los costes y reducir la dependencia. Por otra parte, en un número creciente de casos, los COTS son la única tecnología disponible que puede satisfacer determinados requisitos, como prestaciones, consumo, etc. En particular, las capacidades que ofrecen los actuales FPGAs, SoCs y procesadores comerciales multi-núcleo son fundamentales para la integración de funciones de control y procesamiento de datos a diferentes niveles. Además, estos dispositivos son esenciales para dar soporte al aumento de necesidades de procesamiento a bordo y a tecnologías emergentes en el espacio, como Big Data o Inteligencia Artificial, que son muy exigentes computacionalmente.</p> <p>La ESA y la UE están tomando iniciativas conducentes a reducir la dependencia promoviendo desarrollos propios, como por ejemplo en tecnologías GaN, en FPGAs y SoCs endurecidos para radiación (Nanoexplore), o en nuevos procesadores basados en arquitectura RISC-V, los cuales se pretende realizar en tecnologías convencionales. Las agencias espaciales están testando numerosos dispositivos (microprocesadores, FPGAs, SoCs, GPUs, TPUs, etc.) para determinar su sensibilidad a la radiación y su potencial uso en el espacio.</p> <p>Incluso cuando determinados componentes COTS pueden ser viables, generalmente no se pueden usar directamente. Es necesario implementar soluciones de mitigación de los efectos de la radiación, incrementar las protecciones, la seguridad, etc. El esfuerzo que requiere analizar, evaluar y validar estas soluciones es en muchos casos inviable realizarlo para un solo proyecto, y por tanto es necesario realizar un esfuerzo transversal, orientado a la reutilización en múltiples misiones, plataformas y cargas útiles.</p>
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	<p>Líneas troncales: principal L11</p> <p>Tecnologías disruptivas: principal T7, otras T6, T11.</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica: principal LAT3.3.1, LAT3.4.1, otras LAT2.1.2, LAT3.1.2</p>
Referencias bibliográficas y de mercado	<p>D. Friedlander. "COTS EEE parts in space applications: evolution overview", https://wpo-altertechnology.com/cots-eee-parts-in-space-applications-evolution-overview/</p> <p>L. M. Luza, F. Wrobel, L. Entrena and L. Dilillo, "Impact of Atmospheric and Space Radiation on Sensitive Electronic Devices," 2022 IEEE European Test Symposium (ETS), Barcelona, Spain, 2022, doi: 10.1109/ETS54262.2022.9810454.</p>

P08+P11. Apuntado de alta precisión en pequeños satélites

Prioridad P08+P11. Apuntado de alta precisión en pequeños satélites	
Reto (competitividad científica o comercial)	Metodología unificada de mejora del apuntado de alta precisión en pequeños satélites para ciencia astrofísica. Dentro del Reto 2: Tecnologías para aumentar la competitividad del sector espacial español, la competitividad científica y comercial, el objetivo es disponer de sistemas de apuntamiento de altas prestaciones en instrumentos ópticos a bordo de pequeños satélites, como telescopios astronómicos, instrumentos de observación de la tierra o de comunicaciones ópticas clásicas o cuánticas. El mercado objetivo lo representan tanto los centros de investigación con aspiraciones a realizar ciencia en el espacio como, sobre todo, los desarrolladores de instrumentos espaciales con requisitos de apuntamiento fino que además se puedan embarcar en satélites pequeños, donde el tamaño del mercado es el mayor de todo el sector espacial.
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2025 x 2027 <input type="checkbox"/> 2030 <input type="checkbox"/> Otro (especificar)
Impacto científico o económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio x Alto La investigación astrofísica de primera línea usando pequeños satélites requiere, entre otras cuestiones, de un apuntado y un seguimiento de muy alta precisión. Si bien las nuevas plataformas satelitales pueden ofrecer prestaciones razonables de apuntado y seguimiento para estudios de observación de la Tierra, estas son insuficientes para hacer ciencia astrofísica. El desarrollo de un método de apuntado y seguimiento que permita realizar ciencia de calidad desde pequeños satélites supondría un salto cualitativo espectacular y un cambio total de paradigma de la astrofísica (y otras ciencias) en espacio. Proyectos que actualmente no pueden ser abordados podrán beneficiarse de los desarrollos tecnológicos y científicos, de forma que podrán llevarse a cabo misiones con instrumentación más compleja (espectrógrafos de rendija, IFUs, coronógrafos, polarímetros) o en otras longitudes de onda (UV, IR térmico, etc.). También cabe destacar el impacto que los resultados de esta línea de actuación podrían tener para las aplicaciones de observación de la Tierra, así como para el caso de las comunicaciones ópticas, incluyendo las comunicaciones entre la Tierra y el espacio, así como para la implementación eficiente de enlaces ópticos entre satélites. El retorno económico de la inversión en programas espaciales suele ser superior a sus costos. Como ejemplo, el programa Copernicus genera un retorno público de 10 euros por cada euro invertido por los contribuyentes europeos, según el Instituto Europeo de Política Espacial (ESPI).
Aplicabilidad al New Space	El poder tener satélites de pequeño tamaño haciendo astrofísica de calidad supone que numerosas instituciones y empresas podrán plantear proyectos de este estilo. La transferencia de los resultados de esta línea de actuación a los sectores relacionados actuaría como un motor para la creación de empresas tecnológicas, atrayendo a grandes empresas y formando un sector industrial sostenible con un alto valor agregado. Complementaría y diversificaría los recursos económicos actuales del país, generando riqueza, empleo y mayores ingresos fiscales, lo que a su vez garantiza servicios públicos necesarios y bienestar social. Además, proporcionará nuevas líneas de investigación en el campo de los pequeños satélites y ramas relacionadas de la ingeniería y de la ciencia embarcada, permitiendo la formación y especialización de jóvenes investigadores e ingenieros.
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	El principal objetivo es desarrollar nuevas metodologías y tecnologías que cierren la brecha entre las capacidades de apuntamiento que ofrecen las actuales plataformas de satélites pequeños y las necesarias para realizar astrofísica o comunicaciones ópticas desde el espacio. Para alcanzar este objetivo, las tecnologías desarrolladas deben mejorar la estabilidad de apuntamiento del satélite completo (incluidas la plataforma y la carga útil) a niveles inferiores a segundos de arco RMS durante períodos de al menos 8 horas. Este objetivo engloba tanto la innovación tecnológica como el descubrimiento científico, con el objetivo de mejorar nuestra comprensión del universo y contribuir al protagonismo de España y Europa en la exploración espacial. En el sector de los satélites pequeños, la miniaturización suele conllevar varios retos y, por ejemplo, para superarlos existen actualmente diversas propuestas de líneas de trabajo sobre las fuentes de error en el apuntado, como las planteadas

	<p>por el IAC sobre el jitter y la Universidad de Vigo (Uvigo) sobre las deformaciones termoelásticas.</p> <p>Desde el IAC se plantea la monitorización continua en órbita del jitter del satélite para cerrar bucle de control, que necesitarían del desarrollo de tecnología como giróscopos de 3 ejes miniaturizados para medir movimiento angular, sensores rápidos de posición en el mismo plano que el CCD, técnicas de procesado de imágenes o actuadores de 3 ejes basado en piezoeléctricos para correcciones rápidas en el FPA. Dicho sistema de control podría reducir el error de apuntado de 8 a 2 arcsec hasta 8 horas, mediante el control del nivel de desenfoque en el FPA para optimizar el tamaño de la PSF, basado en la magnitud aparente del objeto y la presencia de objetos alrededor.</p> <p>El grupo de investigación de tecnologías aeroespaciales de Uvigo propone el desarrollo de metodologías para identificar y mitigar deformaciones termoelásticas en instrumentos ópticos espaciales, mediante análisis termoelástico y STOP, que puede ser utilizada tanto en las fases de diseño, como de ensayos, y en órbita incorporada en el sistema de control del instrumento. Las nuevas metodologías de análisis, nominal y de incertidumbres, que integren todo el proceso de control térmico, estructural y óptico, a través de un lenguaje común, posibilitarían diseños mucho más robustos, así como un gran ahorro en la planificación del proceso de AIV, y un sistema de control optimizado durante la fase de operación en vuelo, para corregir las desviaciones de apuntamiento debidas a cargas térmicas.</p>
<p>Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prioridad temática 4, Mundo digital, industria, espacio y defensa: I+D+i en espacio. Área 10 AEI (física/ciencias físicas) - Líneas troncales: principal L2 Instrumentos para ciencia y exploración, otras L4 Instrumentos para Observación de la Tierra. - Tecnologías disruptivas: principal T10 “TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE SST” en “Control avanzado de telescopios. - Líneas de Actuación Tecnológica: principal LAT 1.5.3. Iniciativas para el desarrollo del New Space es España, perteneciente al área “AA1.5: Industrialización y digitalización de procesos e implantación de la Industria 4.0 en el sector espacial español para aumentar la competitividad” - Líneas de Actuación Tecnológica: LAT 2.4.1. Desarrollos de instrumentos para misiones científicas y de exploración, en Desarrollo, mejora continua y validación de instrumentos científicos embarcables en satélites, incluyendo: los propios sensores, computadoras de a bordo, electrónica de proximidad y control de los sensores, unidades de memoria, buses y protocolos de comunicación y desarrollo de software.
<p>Referencias bibliográficas y de mercado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - AGENDA ESTRATÉGICA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN ESPACIO 2020 – 2030. Plataforma tecnológica aeroespacial española. - Bourdeaud’hui, M., et al., “Designing satellites from the main thermo-elastic stability contributors quantification – process and tool applied on JUICE”, <i>in Proc. ECSSMET 2018</i>, Noordwijk, The Netherlands, Jun. 2018. - Appel, S., et al., “Simulation of Thermoelastic Behaviour of Spacecraft Structures. Fundamentals and Recommendations”, <i>Springer</i>, 2022.

P09. Subsistemas ópticos de comunicaciones embarcados en *SmallSats* con capacidad de distribución de clave cuántica

Prioridad P09. Subsistemas ópticos de comunicaciones embarcados en <i>SmallSats</i> con capacidad de distribución de clave cuántica	
Reto (competitividad científica o comercial)	<p>El reto de embarcar un subsistema de comunicaciones ópticas con capacidad de distribución de clave cuántica es un reto en varias direcciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Restricciones de tamaño, peso y potencia necesaria para su operación: dadas las limitaciones de cualquier artefacto espacial, y en mayor medida, los <i>SmallSats</i>, el subsistema de comunicación debe ser ligero y compacto. Este tipo de satélites dispone, por lo general, de limitaciones en cuanto a la energía disponible, y las aproximaciones tradicionales al problema (emisor de fotones entrelazados y detector de unicidad de fotón), suelen ser altamente demandantes de energía. - Control térmico y elástico: para que los laser involucrados operen de forma estable, se debe proveer una plataforma estable desde el punto de vista mecánico, y desde el aspecto térmico (las vibraciones y cambios de temperatura afectan enormemente al rendimiento). - Apuntamiento fino: así como las sistemas tradicionales de comunicaciones, basados en radioenlaces, disponen de un cierto cono de huella para la recepción en Tierra, los que están basados en comunicaciones ópticas necesitan un alineamiento mucho más preciso y fino, sufriendo en gran medida las perturbaciones de la atmósfera. - Ámbito aeroespacial: aunque se han desarrollado en la literatura científica diferentes proyectos de comunicación óptica con entrega de clave cuántica, el hecho de trasladar estas experiencias al ámbito espacial es un reto en sí mismo, por las grandes distancias (aún en LEO), las aberraciones a las que da lugar la atmósfera, la eficiencia necesaria para una comunicación estable, y los exigentes requisitos en cuanto a la posibilidad de calificar el subsistema de comunicaciones en ámbito aeroespacial. <p>La competencia a batir en el entorno científico o comercial tiene su liderazgo en estos momentos en China y USA, con diferentes proyectos alineados con el mismo objetivo.</p> <p>Relevancia científica a nivel internacional: Las innovaciones científicas y tecnológicas contribuirán a una solución de comunicación flexible, para su uso en pequeños satélites, así como en otras aplicaciones aeroespaciales, aeronáuticas y de defensa. Además, para llevar a cabo las pruebas de comunicación punto a punto, es necesario diseñar, integrar, probar y operar una estación óptica terrestre básica que incluya un software de estación de control y una baliza láser verde para apuntar el satélite. Cada paso necesario para alcanzar los objetivos del proyecto es una innovación científica y tecnológica en sí misma que es transversal, y potencialmente puede aplicarse a otros ámbitos de la sociedad. Toda inversión en ciencia, tecnología o innovación es el motor clave para el desarrollo económico y el progreso de la raza humana. Al provenir de una fuente teórica académica, la innovación debe traducir el conocimiento científico en productos o servicios útiles para la sociedad. La investigación científica también promueve la generación de conocimiento en la sociedad, aumenta el liderazgo de la nación y genera oportunidades en otras áreas. tan del siglo pasado, el concepto aún no se ha explotado ampliamente.</p>
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2027
Impacto científico o económico en el sector	<input type="checkbox"/> Alto Existe un claro beneficio económico y social asociado a los resultados obtenidos en el presente proyecto. De hecho, el proyecto se enmarca dentro del reto #8 del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, dedicado a la Seguridad, Protección y Defensa, y realiza una contribución científica al intercambio seguro y masivo de información, a través de las redes de comunicaciones, pero se puede considerar que también tiene efectos colaterales sobre otros retos del citado plan. Por ejemplo, el reto 4 es de aplicación, teniendo en cuenta los impactos en los sistemas de observación de la Tierra. Por otra parte, el proyecto también tiene un impacto indirecto en el reto 2, relacionado con los sistemas agrícolas y forestales, o la investigación marina. Al lograr una mayor velocidad de transmisión de datos desde los satélites de observación de la Tierra, se proporcionará

	<p>indirectamente más información bruta para el desarrollo de proyectos de investigación agrícola, forestal y marina de terceros. Estos proyectos se beneficiarán del mayor volumen y frecuencia de los datos observacionales obtenidos. También se observa un impacto en el reto 7 (economía, sociedad y cultura digitales). Los resultados del proyecto impulsan el desarrollo de servicios y productos, debido al mayor volumen de contenidos descargados desde órbita.</p>
<p>Aplicabilidad al New Space</p>	<p>La capacidad de dotar a los SmallSats de un subsistema de comunicación óptica con capacidad de distribución de clave cuántica habilitaría más, si cabe, la presencia de este tipo de satélites en diferentes misiones científicas, de comunicaciones, e incluso militares. Ello permitiría una suerte de democratización del New Space, yendo más allá de las habituales misiones que se están llevando a cabo en la actualidad de SmallSats:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación de la Tierra: las tasas de transmisión de las misiones de observación de la Tierra (EO) serán más flexibles y adaptables a las necesidades de la misión. Los enlaces ópticos permitirán velocidades de transmisión de alta velocidad, muy útiles para descargar datos de EO. ▪ Servicios de comunicación: se puede implementar una solución flexible en aplicaciones de comunicación de propósito general. ▪ Comunicaciones gubernamentales y de defensa: las altas velocidades y las comunicaciones seguras pueden ser utilizadas para fines gubernamentales, incluida el Ejército, Armada y Ejército del Aire y del Espacio Españoles)
<p>Segmento</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Espacio</p>
<p>Descripción detallada</p>	<p>Las empresas dedicadas al desarrollo de naves espaciales comerciales y satélites han invertido decenas de millones de euros para encontrar soluciones a la gran limitación de la descarga de datos en el enlace descendente satélite-tierra. Aunque ya existen soluciones comerciales basadas en RF que proporcionan velocidades de transferencia de datos superiores a 200 Mbps, estas son costosas y, a veces, difíciles de integrar en ciertas plataformas. Por último, QKD es clave para permitir las comunicaciones cuánticas, especialmente importantes para asegurar las transmisiones de mensajes.</p> <p>¿Qué pasaría si se dispusiera de un canal de comunicación fiable para las misiones espaciales que pudiera transmitir más de 100 Gb de datos al día a través de una solución de bajo coste? ¿Y si pudiera utilizarse para la comunicación cuántica?</p> <p>Muchos enlaces de comunicación del canal descendente de los satélites LEO se basan en sistemas de banda UHF o S, que ofrecen capacidades de descarga de datos por día muy inferiores a 1 Gb y tienen limitaciones de caudal y potencia máxima transmitida en esas frecuencias. El desarrollo de una solución alternativa basada en sistemas ópticos podría ofrecer una solución mucho más eficiente en términos de tamaño, peso y potencia (SWaP). Además, las bandas de comunicaciones ópticas, a diferencia de las frecuencias de RF, no están actualmente sujetas a ningún proceso de coordinación de frecuencias en la UIT. Y los avances experimentados en el campo de los circuitos integrados fotónicos (PIC) permiten el desarrollo de soluciones mucho más compactas y eficientes, alcanzando una reducción de tamaño y energía requerida de hasta 10 veces respecto a las soluciones anteriores. En la comunicación óptica con un satélite LEO, el haz sufre una distorsión óptica debido a las circunvoluciones atmosféricas. Con respecto al tamaño del haz, existe un equilibrio entre un punto pequeño (concentrando energía) y uno grande (más fácil de enfocar en el telescopio).</p> <p>Se propone, en ese sentido, un demostrador de un subsistema integrado de comunicaciones ópticas (bajo modulación OOK, siguiendo las recomendaciones de la CCSDS), incluyendo tanto el transmisor, como el sistema de apuntado que permite las comunicaciones y la estación de recepción óptica. Para permitir la orientación precisa del transmisor, se podría integrar un conjunto de formadores de haz 2D en el CFP, independientemente de los subsistemas de apuntamiento grueso del satélite.</p>

Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+i de Espacio	<p>Líneas troncales: principal > L3 “Sistemas de Telecomunicaciones Avanzadas”; otras > L6 “Ciberseguridad y Comunicaciones Seguras”</p> <p>Tecnologías disruptivas: principal > T11 “Ciberseguridad para segmentos vuelo y terreno”.</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica: principal LAT 1.1.6, otras LAT 1.5.3, LAT 2.2.1</p>
Referencias bibliográficas y de mercado	<p>Liao, S. K., Cai, W. Q., Liu, W. Y., Zhang, L., Li, Y., Ren, J. G., ... & Pan, J. W. (2017). Satellite-to-ground quantum key distribution. <i>Nature</i>, 549(7670), 43-47.</p> <p>Chen, Y. A., Zhang, Q., Chen, T. Y., Cai, W. Q., Liao, S. K., Zhang, J., ... & Pan, J. W. (2021). An integrated space-to-ground quantum communication network over 4,600 kilometres. <i>Nature</i>, 589(7841), 214-219.</p> <p>Cao, Y., Li, Y. H., Yang, K. X., Jiang, Y. F., Li, S. L., Hu, X. L., ... & Pan, J. W. (2020). Long-distance free-space measurement-device-independent quantum key distribution. <i>Physical Review Letters</i>, 125(26), 260503.</p> <p>Liao, S. K., Lin, J., Ren, J. G., Liu, W. Y., Qiang, J., Yin, J., ... & Pan, J. W. (2017). Space-to-ground quantum key distribution using a small-sized payload on Tiangong-2 space lab. <i>Chinese Physics Letters</i>, 34(9), 090302.</p> <p>Grillo, M., Dowhuszko, A. A., Khalighi, M. A., & Hämäläinen, J. (2021, September). Resource allocation in a Quantum Key Distribution Network with LEO and GEO trusted-repeaters. In <i>2021 17th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS)</i> (pp. 1-6). IEEE.</p> <p>Ntanos, A., Lyras, N. K., Zavitsanos, D., Giannoulis, G., Panagopoulos, A. D., & Avramopoulos, H. (2021, November). Leo satellites constellation-to-ground QKD links: Greek quantum communication infrastructure paradigm. In <i>Photonics</i> (Vol. 8, No. 12, p. 544). MDPI.</p> <p>El sistema flexible propuesto en esta investigación contribuirá a mejorar la seguridad de las comunicaciones en aplicaciones de defensa, como la comunicación por satélite, buques de guerra, aviones militares, etc. La seguridad de los datos es un activo clave para una nación, en todo el mundo. Hoy en día, todos los aspectos de la vida involucran información personal, y QKD puede abordar esos desafíos, ya que proporciona medios para distribuir y compartir las claves secretas que son necesarias para la comunicación criptográfica. Los sistemas cuánticos garantizan la seguridad ya que, si son "vistos" o perturbados, se alteran y, en consecuencia, se rompe la comunicación cuántica segura, incluso antes de que se haya establecido la comunicación.</p>

P12. Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: sensores

Prioridad P12. Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: sensores	
Reto (competitividad/mercado)	Mejorar la capacidad de detectar, rastrear y caracterizar una creciente cantidad de objetos en órbita
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2025 X 2027 <input type="checkbox"/> 2030
Impacto científico o económico	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio X Alto Garantizar la seguridad del entorno orbital, proporcionando datos críticos para identificar amenazas potenciales, como la proximidad de objetos cercanos a la Tierra o la presencia de desechos espaciales, ayudando así a mitigar riesgos y proteger las operaciones espaciales
Aplicabilidad al New Space	Los sensores SST proporcionan la información necesaria para la gestión eficiente y segura de las operaciones espaciales en constelaciones de satélites y en entornos orbitales congestionados.
Segmento	X Espacio X Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la capacidad de vigilancia mediante el aumento de potencia y cobertura de los radares, así como el desarrollo de radares de seguimiento. - Optimizar los radares apuntables electrónicamente para reducir costos, mejorar la resolución y aumentar la portabilidad. - Desarrollar sensores espaciales para diferentes órbitas, incluyendo mejoras en telescopios y sistemas de procesamiento de imágenes para órbitas MEO y LEO. - Estandarizar sensores (telescopios) basados en tecnologías comerciales para aumentar la diversidad geográfica. - Desarrollar tecnología láser para el seguimiento de desechos espaciales. - Investigar la tecnología de medición pasiva para el seguimiento de satélites activos, en pos de desarrollar capacidades de Gestión del Tráfico Espacial.
Traza/referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	Líneas troncales: L5 Sistemas y elementos clave de SSA, L11 Componentes para la no dependencia Tecnologías disruptivas: T10 Tecnologías avanzadas de SST, T2 Tecnologías de cleanspace Líneas de Actuación Tecnológica: no disponible.
Referencias bibliográficas y de mercado	No disponible.

P13. Desarrollos para la Gestión del Tráfico Espacial o STM (*Space Traffic Management*) para la operación segura ante el creciente tráfico espacial incluidas las futuras

Prioridad P13. Desarrollos para la Gestión del Tráfico Espacial o STM (<i>Space Traffic Management</i>) para la operación segura ante el creciente tráfico espacial incluidas las futuras	
Reto (competitividad/mercado)	Garantizar una operación segura y eficiente ante el creciente tráfico espacial, incluyendo el aumento previsto en el número de satélites y objetos en órbita en el futuro, mediante sistemas más avanzados, colaboración internacional y políticas adecuadas.
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2025 X 2027 <input type="checkbox"/> 2030
Impacto científico o económico	El impacto científico de los desarrollos en STM radica en su contribución al avance del conocimiento astronómico y espacial, mientras que su impacto económico se refleja en la mejora de la seguridad y eficiencia de las operaciones espaciales, lo que impulsa la inversión privada y el crecimiento del sector espacial
Aplicabilidad al New Space	Mejorar la seguridad y eficiencia de las operaciones espaciales comerciales, reduciendo riesgos y facilitando un entorno regulatorio claro que fomente la innovación y la inversión en el sector.
Segmento	X Espacio X Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la seguridad de las operaciones espaciales al reducir el riesgo de colisiones entre satélites y desechos espaciales. - Optimizar la eficiencia de la gestión del tráfico espacial para garantizar un uso sostenible y ordenado del espacio. - Facilitar la colaboración internacional y establecer estándares comunes para la gestión del tráfico espacial. - Desarrollar sistemas y tecnologías avanzadas para monitorear y predecir la posición y trayectoria de objetos en órbita. - Establecer un marco regulatorio claro y establecer protocolos de operación para promover la seguridad y la transparencia en el espacio. - Fomentar la innovación y la inversión en el sector espacial al proporcionar un entorno más favorable para el desarrollo de nuevas tecnologías y servicios. - Impulsar el crecimiento económico y la creación de empleo en el sector espacial y sus industrias asociadas.
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	Líneas troncales: L5 Sistemas y elementos clave de SSA, L11 Componentes para la no dependencia Tecnologías disruptivas: T10 Tecnologías avanzadas de SST, T2 Tecnologías de cleanspace Líneas de Actuación Tecnológica: no disponible.
Referencias bibliográficas y de mercado	No disponible.

P.14 Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: procesamiento de datos y soporte a operadores

Prioridad P14. Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: procesamiento de datos y soporte a operadores	
Reto (competitividad/mercado)	Garantizar la eficiencia y precisión en el manejo de grandes volúmenes de datos espaciales, proporcionando información oportuna y relevante para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2025 X 2027 <input type="checkbox"/> 2030
Impacto científico o económico	Proporcionar información detallada y oportuna que permita una mejor monitorización del espacio cercano a la Tierra, la identificación de amenazas potenciales como desechos espaciales y la predicción de colisiones, lo que contribuye a proteger los activos en órbita y garantizar la seguridad de las operaciones espaciales.
Aplicabilidad al New Space	Mejorar la seguridad y eficiencia de las operaciones espaciales, permitiendo un monitoreo eficiente del espacio y una identificación temprana de posibles riesgos.
Segmento	X Espacio X Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procesamiento a bordo para una mejor identificación de la basura espacial, la fusión de datos de sensores para una mayor precisión en la detección de objetos en órbita, y la automatización de los procesos de manejo de datos para una respuesta más rápida y eficiente ante posibles amenazas. - Mejorar los sistemas de detección de conjunciones en órbita y en los modelos de análisis de riesgos de colisión, así como en los sistemas de predicción de re-entradas y los modelos de análisis de riesgos en el suelo. Se busca desarrollar sistemas de gestión de tráfico espacial más avanzados que puedan prevenir colisiones en el espacio, automatizando parcialmente las tareas actuales y optimizando las estrategias de observación en todos los regímenes orbitales. - En términos de catalogación y procesamiento de datos, se están aplicando nuevas tecnologías de big data e inteligencia artificial para aumentar la capacidad de procesamiento y mejorar la precisión en la identificación y seguimiento de objetos en el espacio. - La automatización de las operaciones mediante tecnologías de IA y el establecimiento de centros de procesamiento de datos y operaciones profesionales son también aspectos importantes para proporcionar servicios tanto a nivel institucional como comercial, contribuyendo así a la seguridad y eficiencia en la gestión del espacio.
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	<p>Líneas troncales: L5 Sistemas y elementos clave de SSA, L11 Componentes para la no dependencia</p> <p>Tecnologías disruptivas: T10 Tecnologías avanzadas de SST, T2 Tecnologías de cleanspace</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica: no disponible.</p>
Referencias bibliográficas y de mercado	No disponible.

P15. Infraestructura de pruebas para sistemas multi-órbita

Prioridad P15. Infraestructura de pruebas para sistemas multi-órbita	
Reto (competitividad científica o comercial)	Cooperación de satélites posicionados en diferentes órbitas: la democratización del sector Espacio favorece un ecosistema muy rico en diferentes soluciones que incluyen la explotación de satélites en diferentes órbitas.
Necesidad temporal	<input checked="" type="checkbox"/> 2025 <input type="checkbox"/> 2027 <input type="checkbox"/> 2030 <input type="checkbox"/> Otro (especificar)
Impacto científico o económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Alto El tamaño de la economía derivada del sector Espacio se estima entre 550-650 billones USD para 2029. Su previsión de crecimiento se estima alrededor del 5% anual, que es superior al crecimiento esperado del producto interior bruto global. Según las estimaciones del Bank of América Merrill Lynch, de aquí al año 2045, el valor del mercado de Espacio alcanzará los 2.7 billones de dólares. Por su parte, Euroconsult estima que la economía espacial mundial ascendió a 370 mil millones de dólares en 2021. Y las proyecciones de McKinsey para 2030 reflejan que el tamaño del mercado Espacio aproximadamente se duplicará con respecto a la referencia de 2022. Esto supondría un crecimiento anual del orden del 12.5%, lo cual ofrece unas perspectivas muy interesantes de mercado accesible, acceso a nuevos mercados, y/o penetración en mercados existentes, para soluciones avanzadas y competitivas. El mercado español es discreto en este contexto: con un volumen de negocio de 979MEUR—cifra que se ha duplicado en apenas 10 años— considerando tanto su vertiente civil como militar, y un tejido empresarial que da trabajo a más de 3.500 personas. No obstante, la competencia procedente de Asia, en particular de China, es innegable y el empuje desde EEUU hacia la explotación comercial de órbitas bajas permite preveer un impacto económico de crecimiento sin precedentes en la historia del sector en todos sus segmentos: espacio, terreno y aplicaciones. Además, en los últimos años se ha producido un crecimiento significativo del número de lanzamientos de microsátélites (menos de 10 kg). Esto requiere un nuevo enfoque para el uso y operación de satélites considerando constelaciones más grandes o heterogéneas, y satélites de menores costos y vidas más cortas.
Aplicabilidad al New Space	El concepto de sistemas multi-órbita permite integrar de manera natural las novedades que aporta el llamado New Space.
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> Espacio <input checked="" type="checkbox"/> Tierra <input checked="" type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	Objetivo: alcanzar la soberanía nacional para probar en tierra un sistema de sistemas complejo tanto de perfil Observación de la Tierra como SATCOM. Ello permitiría disponer de una infraestructura de pruebas en tierra para un sistema de sistemas basados en multi-constelaciones de Observación del Tierra y/o Telecomunicaciones donde, de manera modular y fácilmente configurable, se puedan probar distintas tecnologías, cargas de pago, protocolos, etc., incluyendo la interoperabilidad de distintos elementos en la cadena del sistema de extremo a extremo. Esto significará trabajar de manera concreta en, al menos: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Armonizar interfaces entre distintos subsistemas con aplicación tanto para Observación de la Tierra como para SATCOM ▪ Desarrollar tecnologías para procesamiento computacional intensivo en casi tiempo real compatibles con el entorno de aplicación ▪ Dar soporte a pruebas de escalabilidad.
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	Líneas troncales: principal, L9 Control de misiones Tecnologías disruptivas: principal T8 Inteligencia artificial aplicada a gestión de sistemas complejos; otras, T4 Procesado en la nube, volumen, velocidad y fusión de datos aplicados a segmento terreno, T5 Big data aplicado a segmento terreno. Líneas de Actuación Tecnológica: principal, LAT 2.6.4 Tecnologías para constelaciones, HAPS y pequeños satélites; otras, LAT 1.5.3 Iniciativas para el

	<p>desarrollo del New Space es España, LAT 1.1.6 El Espacio al servicio de la España Digital, LAT 1.2.2 Fomento de la especialización de las PYMES en I+D+i, LAT 1.4.1 Apoyo específico a empresas innovadoras en aplicaciones basadas en datos provenientes del sector espacial, LAT 2.5.1 Desarrollos orientados a la automatización de misiones, LAT 2.5.2 Desarrollos orientados a la escalabilidad, flexibilidad y mantenibilidad de los segmentos terrenos para despliegue y operaciones.</p>
<p>Referencias bibliográficas y de mercado</p>	<p>[EUROCONSULT, 2022]. Euroconsult. Space Economy Report. Jan., 2022. [Deloitte, 2023]. Deloitte. Space. The commercialization of low Earth Orbit. 2023. [PWC, 2020]. PWC. Main Trends & Challenges in the Space Sector. Dec., 2020. [KPMG, 2023]. KPMG. Impacto Económico y Social de la Industria de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio. Oct., 2022. [McKinsey, 2022]. McKinsey. The role of space in driving sustainability, security, and development on Earth, May, 2022.</p>

P16. Plataforma para la caracterización selectiva del comportamiento del software empleando técnicas de observación no intrusivas

Prioridad P16. Plataforma para la caracterización selectiva del comportamiento del software empleando técnicas de observación no intrusivas	
Reto (competitividad/mercado)	<p>R2: Mantenimiento e incremento de la competitividad</p> <p>Competitividad: No existe en el mercado, actualmente, una plataforma similar a la propuesta que permita la caracterización selectiva y no intrusiva del comportamiento del software en su entorno de trabajo sin modificación de su código binario. De hecho, esta tecnología tiene ya una patente aprobada en España, y actualmente está siendo patentada en Europa.</p> <p>Mercado: El tamaño del mercado objetivo a corto plazo no es fácil de prever, ya que la necesidad de este tipo de herramientas va a depender, en parte, de la evolución de las misiones tripuladas, que, una vez normalizadas, requerirán de una certificación exhaustiva del comportamiento del software</p>
Necesidad temporal en el mercado	<input type="checkbox"/> 2025 X <input type="checkbox"/> 2027 <input type="checkbox"/> 2030
Impacto económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo X <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto En la actualidad, existen empresas que se dedican a la caracterización y diagnóstico de la respuesta temporal del software, como Rapita SL, que tienen una implantación tanto en Europa como en EEUU. La solución que dé esta propuesta iría a ese mismo nicho de mercado, pero en el ámbito de las misiones espaciales.
Aplicabilidad al New Space	La propuesta facilita una plataforma de bajo coste para la caracterización del comportamiento del software del sistema de gestión de datos a bordo de satélite que permita a las empresas desarrolladoras de software de vuelo cumplir con los requisitos de calidad del mismo.
Segmento	X Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>La propuesta consiste en una plataforma que permita la caracterización selectiva y no intrusiva del comportamiento del software en su entorno de trabajo sin modificación de su código binario. Esta plataforma se basa en un patente propia ya concedida (ES2802723 UN MÉTODO PARA EL TRAZADO SELECTIVO DE LA EJECUCIÓN DE INSTRUCCIONES, DISPOSITIVO DE PROCESAMIENTO RELACIONADO Y PROCESADOR), actualmente en trámite de obtener la patente europea. La patente propone un método para el trazado selectivo de instrucciones de programa que permite, dado un programa del que se disponen sus archivos fuente pre-procesados, sus archivos objeto, y el archivo de localización de símbolos, seleccionar las sentencias que deben ser trazadas junto con el tipo de traza realizada para cada sentencia, y obtener el contenido de una memoria auxiliar consistente en códigos de traza y en códigos de no operación, donde cada código de traza está alineado con la instrucción que completa la ejecución de la sentencia seleccionada, y un dispositivo configurable en modo "TRAZA", que realiza en paralelo la búsqueda, decodificación y ejecución de instrucciones de programa y códigos de traza de la memoria auxiliar.</p> <p>Un prototipo desarrollado de la patente se encuentra ya disponible para el procesador RISC-V sintetizado sobre una FPGA.</p>

<p>Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio</p>	<p>Líneas troncales: L1, L2, L3 y L4 Tecnologías disruptivas: T12 Tecnológica: Dentro del área AA2.4: Desarrollar tecnologías de verificación y validación innovadoras y optimizadas, se identifica como Línea de actuación Tecnológica principal la LAT 2.4.5 (NUEVOS MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ENSAYOS) y como secundaria la LAT 2.4.6 (VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN DE SISTEMAS, EQUIPOS Y PLATAFORMAS)</p>
<p>Referencias bibliográficas y de mercado</p>	<p>Patente ES2802723 (solicitud P201930650) https://portalcientifico.uah.es/patentes/P201930650 Patente US 5996092 A, "System and method for tracing program execution within a processor before and after a triggering event" Patente US 2017147472 (A1) "Systems and methods for a real time embedded trace" Patente US 6513134 (B1), "System and method for tracing program execution within a superscalar processor" G. Bernat et al., "Identifying Opportunities for Worst-case Execution Time Reduction in an Avionics System," Ada User Journal, Volume 28, Number 3, 2007 La disponibilidad de la tecnología propuesta permitirá a las empresas del sector nacional tener una ventaja competitiva en el desarrollo del software del sistema de gestión de datos a bordo.</p>

P17+P18. Tecnologías de industrialización para constelaciones

Prioridad P17+P18. Tecnologías de industrialización para constelaciones	
Reto (competitividad/mercado)	Industrializar la fabricación y validación de pequeños satélites y otros elementos de fabricación recurrente en el sector espacio (componentes, subsistemas y sistemas) (1Billón\$ en 2040)
Necesidad temporal	<input type="checkbox"/> 2025 X 2027 <input type="checkbox"/> 2030
Impacto científico o económico	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio X Alto La industrialización de constelaciones de satélites podría conducir a una reducción de costes de fabricación de alrededor del 30% al 50%, dependiendo de la eficiencia de los procesos, el uso de tecnologías avanzadas y la optimización de la cadena de suministro.
Aplicabilidad al New Space	La industrialización de satélites SmallSat y otros elementos de fabricación recurrente facilita un acceso más económico al espacio y promueve actividades comerciales, al hacer que las misiones espaciales sean más rentables para empresas comerciales Conseguir establecer cadenas de suministro ágiles, eficientes y automatizadas permitirá la reducción de costes y tiempos de producción en uno o dos órdenes de magnitud. El reto debería ser conseguir producir satélites (o sub-sistemas) como se produce hoy en día un coche o una lavadora, con tiempos y costes mucho más reducidos que los actuales. Esto democratizará el espacio al ampliar el alcance de las misiones espaciales y fomenta la competitividad global al facilitar la participación de una variedad de actores en la industria espacial.
Segmento	X Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	La industrialización 4.0 es un enfoque clave en la fabricación y validación de pequeños satélites, como los SmallSat. Este concepto implica la integración de tecnologías avanzadas -como la impresión 3D, la automatización y la robótica-, en los procesos de producción para mejorar la eficiencia, reducir los costes y los tiempos de fabricación. En este contexto, la implementación de líneas de producción especializadas y sistemas de fabricación automatizados se vuelve fundamental para optimizar la producción en masa de componentes y subsistemas satelitales. Además, la estandarización de procesos y la colaboración entre diversos actores de la industria son aspectos clave de la industrialización 4.0 en la fabricación de SmallSat. Esta tendencia impulsa la innovación y la competitividad en el sector espacial al facilitar la producción rápida, económica y de alta calidad de pequeños satélites para una variedad de aplicaciones espaciales.
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	Líneas troncales: L7 Materiales avanzados, L8 Fabricación avanzada (incluye fabricación aditiva), L10 Mecanismos, L11 Componentes para la no dependencia Tecnologías disruptivas: T1 Materiales multifuncionales e inteligentes, T2 Tecnologías de Clean Space, T6 Satélites fraccionados, T7 Industrialización para constelaciones, T8 Inteligencia artificial aplicada a gestión de sistemas complejos Líneas de Actuación Tecnológica: Fomento a nivel nacional de la transferencia de tecnología de otros sectores al espacio (spin-in), Fomento de la especialización de las PYMES en I+D+I, Aplicación de nuevas tecnologías para su uso en factorías del sector espacial incluyendo el desarrollo de sensores y conectividad, Iniciativas para el desarrollo del New Space es España
Referencias bibliográficas y de mercado	"Small Satellite Production and Industrial Base". National Research Council (National Academies Press, 2015).

P19. Nuevos Procesos Productivos para Fabricación e Integración de Estructuras Termomecánicas

Prioridad P19. Nuevos Procesos Productivos para Fabricación e Integración de Estructuras Termomecánicas	
Reto (competitividad/mercado)	Mercado global de material compuesto para el sector espacio: 1.045 M\$ en 2022, y 2.885 M\$ estimado para 2031. Competencia principal fuera de España: RUAG, TORAY, HEXCEL, AIRBUS, BOEING, GOMSPACE, HYPRCOMP, INFINITE, MATRIX, AIRBORNE, CST, PEAK, ACPT, ADAMWORKS, etc.
Necesidad temporal en el mercado	<input checked="" type="checkbox"/> 2025 <input type="checkbox"/> 2027 <input type="checkbox"/> 2030
Impacto económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Alto El desarrollo actual de numerosas nuevas constelaciones facilita la penetración y acceso a nuevos mercados, tanto a nivel nacional e internacional.
Aplicabilidad al New Space	El desarrollo de nuevas constelaciones con series relativamente pequeñas posiciona muy bien esta prioridad, lo que la sitúa estratégicamente en el entorno del New Space.
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>Nuevos procesos de fabricación de estructuras en fibra de carbono, mediante el desarrollo de tecnologías de curado fuera de autoclave, con utillaje reducido (flexible) o nulo.</p> <p>Objetivo: Desarrollo de nuevo HW para pequeños satélites (hasta smallsats), series relativamente pequeñas, con leadtimes cortos, que puedan aprovechar la flexibilidad de los nuevos procesos productivos.</p> <p>Los nuevos procesos productivos incluirán: preparación de materiales, montaje y curado, y mecanizado e insertos.</p> <p>Materiales a considerar: fibras, pieles, núcleos, adhesivos, insertos y recubrimientos.</p> <p>Elementos para la definición de los nuevos procesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones necesarias - Criterios de inspección - Seguridad - Características del producto - Diagrama de flujo de los procesos de fabricación, integración e inspección - Utillaje necesario (fabricación, ensayo y transporte) - Definición de procesos - Mantenimiento y calibración <p>Estándar ECSS-Q-ST-70C Rev.2 – Materials, mechanical parts and processes (15 October 2019): Requisitos y declaraciones aplicables a materiales, piezas mecánicas y procesos para satisfacer los requisitos de desempeño de la misión.</p> <p>En particular:</p> <p>LAT 2.6.1 Tecnologías de materiales avanzados</p> <ul style="list-style-type: none"> - MATERIALES COMPUESTOS: desarrollo de sistemas de unión, industrialización de laminados ultra finos, aplicación de matrices termoplásticas en estructuras espaciales, introducción de nano-materiales para mejorar propiedades, CMC para cámaras de combustión y protecciones térmicas, TMC para componentes de alta rigidez y resistencia específica (alta estabilidad dimensional), MMC para sistemas de gestión térmica y materiales compuestos de alta resistencia para fabricación aditiva. <p>LAT 2.6.3 Fabricación avanzada incluyendo FA de altas prestaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Automatización de series medias y grandes orientadas a lanzadores y mega constelaciones usando cadenas de producción limpias y seguras (RoS/REACH, etc.), incluyendo los sistemas de pruebas de tarjetas electrónicas. - Desarrollo de procesos utilizando tecnologías de digitalización y simulación para optimizar diseños en las fábricas del futuro. <p>LAT 3.3.3 Desarrollo de materiales y componentes estructurales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales y/o componentes estructurales (p.e: composites) incluyendo la

	<p>implementación de capacidades locales de ensayo y calificación a todos los niveles (p.e: grandes estructuras) y composites de fibras de carbono alternativas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Empaquetados de alta disipación térmica para dispositivos de potencia. <p>Componentes estructurales para constelaciones de satélites y satélites de pequeño tamaño (Smallsat, CubeSat....).</p>
<p>Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio</p>	<p>Líneas troncales: principal “Fabricación Avanzada incluyendo la aditiva de altas prestaciones”, otras “Materiales Avanzados”.</p> <p>Tecnologías disruptivas: principal “Tecnologías de industrialización para constelaciones”.</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica:</p> <p>LAT 2.6.1 Tecnologías de materiales avanzados</p> <p>LAT 2.6.3 Fabricación avanzada incluyendo FA de altas prestaciones</p> <p>LAT 3.3.3 Desarrollo de materiales y componentes estructurales</p>
<p>Referencias bibliográficas y de mercado</p>	<p>[Y.Chen, 2023] Manufacturing Technology of Lightweight Fiber-Reinforced Composite Structures in Aerospace: Current Situation and toward Intellectualization. Y.Chen, J.Zhang, Z.Li, H.Zhang. MDPI, Feb-2023 (ref.)</p> <p>[O.A.Ekuase, 2022] A Review on the Out-of-Autoclave Process for Composite Manufacturing. MDPI, Jun-2022 (ref.)</p> <p>[Y.Li, 2022] A review on the tooling technologies for composites manufacturing of aerospace structures: materials, structures and processes. Y.Li, Y.Xiao, L.Yu, K.Ji, D.Li. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 154, March 2022, 106762 (ref.)</p> <p>[J.Bailey, 2021] The MC-21 Wing - Why It's A World's First. J. Bailey. Simple Flying, Nov-2021 (ref.)</p> <p>[L.A.Khan, 2017] Out-of-Autoclave (OOA) Manufacturing Technologies for Composite Sandwich Structures. L.A.Khan, W.Khan, S.Ahmed. IGI-Global, Mar-2017 (ref.)</p> <p>[A.Colling, 2017] Automation Options for Custom-Made Composite Part Production. A.Colling. TU Delft, Aug-2017 (ref.)</p> <p>[G.Gardiner, 2015] Fiber reinforcement forms. G.Gardiner. CompositesWorld, May-2023 (ref.)</p> <p>[FACC AG, 2023] Composites: The future lies in space. FACC AG. BEyond Blog, Abr-2023 (ref.)</p> <p>[PIRAN, 2023] Composite Manufacturing Process: How are Composites Manufactured? Piran Advanced Composites, News. Sep-2023 (ref.)</p> <p>[PIRAN, 2023] Composite Future Trends: The Future of Composite Materials & Applications. Piran Advanced Composites, News. Nov-2023 (ref.)</p> <p>[FACTORIES IN SPACE, 2024] Space Manufacturing Companies. Mar-2024 (ref.)</p> <p>[STRATIS RESEARCH, 2023] Advanced Space Composites Market (ref.)</p> <p>[Noosphere Ventures, 2023] Space Market Overview: Top News and Trends For Q2 2023. Max Polyakov Space, News. Aug-2023 (ref.)</p>

P20. Fabricación aditiva

Prioridad P20. Fabricación aditiva	
Reto (competitividad científica o comercial)	<p>El desarrollo de las tecnologías de fabricación aditiva permite abordar algunos de los grandes retos del sector, no solo referente a la competitividad comercial, sino también en el ámbito científico, potenciando el desarrollo de nuevos productos disruptivos que de otra manera no podrían fabricarse.</p> <p>El mercado objetivo tiene un gran tamaño y complejidad, abarcando gran cantidad de productos que deben de ser abordados desde el conocimiento profundo de la aplicación y la tecnología creando productos optimizados para la AM. Es necesario el análisis en busca de aquellos casos de uso en los que la tecnología aditiva sea capaz de mejorar los productos existentes, ya sea en términos de coste, plazo u operación.</p> <p>El reto de la fabricación aditiva no comprende solo la fabricación en sí, sino todos los procesos asociados así como la calificación de los mismos, desde desarrollo de nuevos materiales, hasta nuevos procesos para mejorar propiedades específicas: corrosión, rugosidad, conductividad térmica... siendo necesaria la involucración de un amplio espectro de profesionales de la industria y el mundo académico.</p> <p>Este enfoque de utilidad proporcionara gran relevancia científica y comercial a nivel internacional creando productos innovadores y disruptivos o bien mejorando la cadena de valor.</p>
Necesidad temporal	<input checked="" type="checkbox"/> 2025 <input checked="" type="checkbox"/> 2027 <input type="checkbox"/> 2030 <input type="checkbox"/> Otro (especificar)
Impacto científico o económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Alto <p>El potencial impacto científico de estas tecnologías es alto, dado que solo y en combinación con otros procesos productivos es capaz de redefinir límites técnicos que no pueden ser traspasados mediante tecnologías convencionales, generando nuevos productos con mejores capacidades.</p> <p>El potencial económico debido a la aplicabilidad en un % del producto completo seria bajo, salvo en lanzadores o constelaciones en que pasa a ser alto, sobre todo para nuevas aplicaciones enfocadas a estructura primaria.</p>
Aplicabilidad al New Space	La potenciación de estas tecnologías está alineada con objetivos new space: reducción de masa, series cortas, agilidad y alta integración
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	<p>Los retos de la fabricación aditiva</p> <p>Las tecnologías aditivas abarcan un gran número de sub-tecnologías con distinto grado de desarrollo; mientras las tecnologías láser de cama de polvo (PBLF) cuentan con muchos casos de uso y piezas actualmente en vuelo, no es el caso para otras tecnologías y materiales, como las de deposición directa o todas las de fabricación de polímeros. Los retos para las primeras están encaminados a la industrialización de estos procesos y la disminución de los costes mientras que en los segundos aún será necesario desarrollar y calificar ciertos procesos para crear productos más robustos. Este mismo enfoque aplica al desarrollo de materiales específicos para aditiva y nuevos materiales; mientras que hay ciertos materiales ya en vuelo, la irrupción de nuevos materiales y la adaptación de algunas formulaciones a la producción aditiva abren un nuevo abanico de posibilidades a la vez que necesidades de investigación y calificación de procesos y post-procesos.</p> <p>La calificación del proceso completo, desde la trazabilidad del material base, hasta los post-procesos asociados a un producto (recubrimientos, tratamientos térmicos, mecanizados...) son clave para el impulso de la tecnología, generando cada vez más componentes de vuelo. En el caso del new space es imperativo también enfocar todo el proceso desde un punto de vista industrial, estableciendo los procesos de monitorización y control eficiente para series cortas como las que requiere esta industria. El control de costes y la optimización no solo del producto, sino también del proceso es clave para la implantación de la tecnología.</p> <p>Las oportunidades de la fabricación aditiva</p> <p>Aplicación de fabricación aditiva a distintos productos metálicos y poliméricos de gran formato y pequeño formato. El cambio del proceso productivo puede brindar grandes</p>

	<p>mejoras en funcionalidad, masa, plazo de entrega... a distintos productos. La fabricación aditiva es una tecnología todavía por implantar, pero muy prometedora en ciertas aplicaciones como las identificadas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producto de RF, donde empresas como Swissto12 han empezado este camino pero que se puede potenciar aún más con la optimización del diseño de RF para Aditiva, creando productos específicos, no fabricando productos diseñados tradicionalmente. Por otro lado la evolución de los tratamientos superficiales en superficies metálicas así como metalización de polímeros son prometedores para la generación de nuevos productos disruptivos. • Aditiva en productos específicos relacionados con los instrumentos: baffle, isostáticos... La posibilidad de optimizar los productos y piezas para minimizar las distorsiones termo-elásticas a través de geometrías complejas que pueden fabricarse mediante tecnologías aditivas es clave en el soportado de equipos ópticos y que requieran cierto apuntamiento. También se ha identificado la posibilidad de utilizar estas tecnologías en materiales poliméricos en otros elementos de los instrumentos, como es el caso de los baffles, proporcionando mejoras en términos de plazo, coste y operación. • Aditiva para propulsión y refrigeración. En estos casos de uso también es de capital importancia recurrir al diseño específico para aditiva con el fin de obtener la máxima ventaja de esta tecnología, creando cavidades y geometrías que mejoren la operación. Al igual que en el caso del producto de RF las investigaciones alrededor de la calidad superficial y los acabados, junto con los nuevos materiales pueden marcar un antes y un después en estos productos. • Estructuras Lattice para protección frente a impactos, ciertas estructuras internas que aportan rigidez, permiten intercambio térmico optimizado, se basa en una definición estocástica para los criterios de fallo. También materiales avanzados con memoria de forma pueden llevar a la generación de nuevos productos disruptivos. • Nuevos mecanismos a través de la utilización de nuevos materiales y geometrías: materiales inteligentes, estructuras auxéticas.. • Grandes estructuras en DED metálicas como lanzadores metálicos y estructuras de small satellites. Hoy en día solo Relativity 3D en USA ofrece algo similar y el impacto en costes y plazos de estas tecnologías en estas aplicaciones puede ser enorme, fundamentalmente en términos económicos y de competitividad.
<p>Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio</p>	<p>Líneas troncales: principal L8: Fabricación avanzada, otras L1, L2, L3 y L4 por el impacto que la fabricación aditiva puede tener en el desarrollo de nuevos productos dentro de estas líneas troncales</p> <p>Tecnologías disruptivas: principal T1, otras T2 y T7.</p> <p>Líneas de Actuación Tecnológica: principal LAT1.1, otras LA1.2, LA1.5, LA2.2, LA2.3 y LA2.4</p>
<p>Referencias bibliográficas y de mercado</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Marta García Cosío Lidia Hernández, Montserrat Esteban , Fernando, Antonio Perrián , Carlos Galleguillos, Philippe Corberand, Johannes Gumpinger: never additive came so far: ECSSMET 2021. 2. Mariano Alarcos Fresno, Alejandro Stewart, Lidia Hernández, Marta García-Cosío, Carlos Galleguillos and Antonio Perrián: SCALDATA: machine learning for cost effective additive manufacturing, ECSSMET2023 3. Lisa Salamin, Hervé Saudan, Lionel Kiener, Elias Klauser, Nicolas Blondiaux, Florent, Boudoire, Nikola Kalentic, Olivier Rousseaux, Johanna Zikulnig: DAMPING OF FLEXURE BLADES BASED ON BI-MATERIAL ADDITIVEMANUFACTURING: OPPORTUNITY FOR NEW DAMPER TOPOLOGIES 4. Max Horn, Fraunhofer IGCW : Development of Functionally Graded Materials for Space Components: 3rd ESA Workshopo for additive manufacturing

P21. Evaluación del impacto de la basura espacial en la atmósfera

Prioridad P21. Evaluación del impacto de la basura espacial en la atmósfera	
Reto (competitividad científica o comercial)	Evaluación científica del impacto de la basura espacial en las propiedades de la atmósfera alta y la magnetosfera
Necesidad temporal	El estudio es urgente pero llevarlo a cabo precisaría de 2 años para obtener los primeros resultados (a partir del momento en que se monte el equipo)
Impacto científico o económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Alto Muy alto y dentro de las prioridades de la iniciativa GreenSpace de la UE
Aplicabilidad al New Space	Fundamental para evaluar las características y restricciones a aplicar al acceso barato al espacio (NewSpace)
Segmento	<input checked="" type="checkbox"/> Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones
Descripción detallada	Se trataría de realizar un estudio numérico detallado en colaboración con las compañías que desarrollan satélites y lanzadores para evaluar el impacto de la re-entrada en la atmósfera. Proyecto susceptible de ser llevado a cabo a través de la creación de una cátedra extraordinaria. Requiere (puede haber un NDA) información de las empresas sobre las características y composición de sus naves. Las herramientas informáticas para su desarrollo están avanzadas.
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio	Líneas troncales: GreenSpace Tecnologías disruptivas: NA (al nivel de este primer proyecto) Líneas de Actuación Tecnológica: no disponible.
Referencias bibliográficas y de mercado	Trabajo reciente relacionado con la metodología a emplear: https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023MNRAS.526.3519L/abstract

P22+P23+P24+P25. Desarrollo de Regulación y Normativa Espacial en España

Prioridad P P22+P23+P24+P25. Desarrollo de Regulación y Normativa Espacial en España	
Reto (competitividad/mercado)	Competencia a batir: El espacio al servicio del futuro de la sociedad: retos jurídicos internacionales y nacionales en materia espacial para España Tamaño esperado del mercado objetivo: afecta al 100% del mercado
Necesidad temporal en el mercado	X 2025 X 2027 X 2030
Impacto económico en el sector	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Alto Justificación cuantitativa en términos de competitividad global y mercado accesible, acceso a nuevos mercados, penetración en mercados existentes, etc. <ol style="list-style-type: none"> 1. NOTA: en esta materia no es factible ofrecer una justificación cuantitativa. El impacto transversal y la necesidad para la industria espacial de una regulación adecuada es generalizado. 2. La regulación espacial actualmente es escueta en España. 3. Se focaliza, sin embargo, en aspectos legales significativos como el Registro de Objetos Espaciales, Doble Uso Civil y Militar o Recurso Órbita-Espectro. 4. Quedan cuestiones normativas, legales y contractuales pendientes de desarrollo normativo, particularmente en el marco de los fines y competencias de la Agencia Espacial Española definidos en el Real Decreto 158/2023, de 7 de marzo, por el que se aprueba el Estatuto de la Agencia Estatal "Agencia Espacial Española". En especial, el desarrollo de la futura Ley de actividades espaciales. 5. El desarrollo de I+D+i que sectores como lanzadores, propulsión o plataformas satelitales puede tener en el mercado europeo, sobre todo ante la carencia de lanzadores, es primordial y España está llamada a tener una posición significativa.
Aplicabilidad al New Space	Cómo apoya al acceso de bajo coste al espacio, a las tecnologías de misiones espaciales de bajo coste, o a las actividades comerciales en Espacio en un entorno de competencia global. El New Space ha supuesto la entrada del operador y la empresa comercial privada en la realización de las actividades espaciales, esto ha traído parejo una mayor “democratización” de las mismas y consiguientemente, un abaratamiento de la realización de dichas actividades espaciales, y en concreto, de los lanzamientos.
Segmento	X Espacio X Tierra X Aplicaciones

<p>Descripción detallada</p>	<p>ÁREAS LEGALES DE INTERÉS EN LA INDUSTRIA ESPACIAL</p> <p>1. Necesidades jurídicas y legales de la Industria Espacial</p> <p>La Industria Espacial ha experimentado un desarrollo tecnológico y una evolución operativa creciente. Esta realidad ha puesto de relieve la necesidad de contar con normas legales cada vez más internacionales, por la variedad geográfica de las empresas, organizaciones y corporaciones implicadas, así como con un marco jurídico y contractual más claro y armonizado.</p> <p>Las operaciones, negocios y proyectos espaciales actuales precisan una seguridad jurídica que acompañe a la complejidad y desafíos de las retadoras actividades espaciales. Una de las características de toda actividad espacial es su incertidumbre y riesgo multinivel, por lo que el Derecho asume el reto de anticipar cautelas, ofrecer salvaguardas y garantizar responsabilidades que posibiliten un despliegue espacial claro y seguro en lo técnico y en lo estrictamente jurídico.</p> <p>Por tal motivo el desarrollo de una estrategia Espacial Nacional y la "Ley espacial" o "Ley de actividades espaciales" son los elementos fundamentales que hay que incorporar.</p> <p>2. Principales áreas jurídicas y legales de la actividad espacial</p> <p>a. Las empresas ante el "New Space"</p> <p>El "New Space" es la nueva etapa de la actividad espacial en la que, junto a diversas administraciones públicas, las empresas privadas tienen una activa participación productiva y económica. Este nuevo paradigma conduce a las empresas espaciales a trabajar en un marco jurídico exigente, no sólo corporativo, sino también contractual, de autorizaciones administrativas y de responsabilidades propias y ante terceros. En consecuencia, las empresas precisan de una mayor solidez jurídica y de cumplimiento normativo que les permita posicionarse en un mercado espacial de crecimiento exponencial en lo tecnológico, operativo y económico.</p> <p>Los nuevos modelos de negocio empresarial para el Espacio requieren de relaciones con los socios implicados, tanto de la propia empresa como de las que desarrollan actividades en el mismo espectro de interés.-</p> <p>El ámbito de estas actividades es amplio y los expertos en Teoría de las Dimensiones del proyecto espacial han definido diversas Fases: A) el análisis de viabilidad y el desarrollo conceptual, B) el diseño de detalle, C/D) desarrollo, fabricación, integración y test, E) lanzamiento y F) Operaciones, mantenimiento y retirada. Este marco da idea de la complejidad de las operaciones y la importancia de su legalidad efectiva.</p> <p>b. Configuración corporativa y recursos humanos de las empresas espaciales</p> <p>Las empresas operadoras en el sector espacial pueden revestir diversas formas jurídicas en atención a la actividad que pretendan desarrollar, más en aras de su probable despliegue geográfico, no limitado a una única jurisdicción o territorio, en lo tecnológico, económico, jurídico, gubernativo y legal. Las tres formas principales de entidad, tanto sin ánimo de lucro, las asociaciones y fundaciones, como las propiamente lucrativas, las sociedades de capital, no resultan arbitrarias ni indiferentes en razón de su composición, capital y actividad, lo cual precisa un análisis jurídico previo. En la práctica, la decisión de la forma jurídica de la empresa espacial precisa conocer las actividades a desarrollar, la composición humana de la organización, la posterior intervención de los integrantes o socios, la estructura financiera inicial y la posterior, así como, en resumen, las actuaciones legales a realizar, desde licencias de actividad, autorizaciones de exportación e importación de material calificado de doble uso civil y militar y hasta la obtención de adjudicaciones de espectro radioeléctrico para comunicaciones.</p> <p>c. Tratamiento de datos personales en las empresas y misiones espaciales</p> <p>La actividad espacial de las empresas y sus misiones al Espacio no es ajena a la protección de la privacidad, que es un derecho fundamental en Europa. Su protección se ha regulado en el importante Reglamento general de protección de datos de 2016 (RGPD), norma directamente aplicable y que en la práctica conviene asumir como</p>
-------------------------------------	--

norma de referencia. En el caso de España, se ha dictado la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LOPD y GDD).

Dos elementos de carácter general constituyen la mayor innovación del RGPD para los responsables y se proyectan sobre todas las obligaciones de las organizaciones: *el principio de responsabilidad proactiva* (art. 5.2 RGPD) y *el enfoque basado en el riesgo* (art. 25 y 32 RGPD). Por tanto, este principio se resume en una actitud consciente, diligente y proactiva en el tratamiento de los datos personales en el seno de la actividad espacial.

El mapa de los flujos de datos que todo proyecto o misión espacial precise debería incluir un análisis claro de los sujetos, las finalidades y las condiciones de licitud del tratamiento de datos personales (consentimiento expreso, cumplimiento de obligaciones contractuales o legales, o satisfacción de un interés legítimo de la empresa espacial, entre otras).

Así, los principales flujos de datos definidos podrían sintetizarse en atención a la posible necesidad de la empresa espacial entre las partes intervinientes, las fases de desarrollo del proyecto espacial y una estructura y contenido para articular las posibles actuaciones jurídicas, contractuales y administrativas o legales.

d. Responsabilidad por daños derivados de objetos espaciales

La responsabilidad objetiva y subjetiva por daños es una cuestión jurídica general, si bien los daños causados por objetos espaciales se ha regulado en el Tratado de 1967 sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes y, posteriormente, en el Convenio sobre la Responsabilidad Internacional por daños causados por objetos espaciales en 1972, que es el que regula la responsabilidad como derecho privado.

En la práctica, el Derecho del Espacio Ultraterrestre partió de la base la Teoría General de la Responsabilidad Civil, de modo que los elementos esenciales para que concurra la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales son el hecho generador, el daño, el nexo causal entre ambos y, en algunos casos, la existencia de dolo o culpa como elemento subjetivo. Asimismo, en la actividad espacial es frecuente que no exista un vínculo previo entre la víctima y el autor del daño, por lo que puede acaecer responsabilidad extracontractual previa concreción del daño (material o inmaterial), objeto espacial y quiénes son los sujetos activos y pasivos de la responsabilidad, también en atención a las etapas de pre-lanzamiento, lanzamiento y post-lanzamiento.

A efectos prácticos, se destacan cuestiones a tener en cuenta y muy importantes: 1) Artículo II de la Liability Convention - responsabilidad absoluta (no hace falta probar culpa - fault). Daños en la superficie de la Tierra o en el espacio aéreo. 2) Artículo III de la Liability Convention (hace falta probar culpa - fault). Daños en el espacio ultraterrestre. Este Convenio es derecho internacional público y, por tanto, aplicable entre Estados. Aunque la empresa privada sea aquella que origine el daño por una actividad lícita pero altamente peligrosa (la actividad espacial), a priori será el Estado quien responda internacionalmente por los daños.

e. Productos y tecnologías de doble uso

Por doble uso se entiende aquellos productos, incluidos el soporte lógico (software) y la tecnología, que puedan destinarse a usos civiles y militares o usos nucleares. En la actividad espacial es habitual el empleo de sistemas, subsistemas, elementos y componentes caracterizados de doble uso, de manera que se precisa solicitar una autorización o licencia. Además, para poder realizar transferencias a países extranjeros no comunitarios de dicho material, se requiere estar inscrito en el Registro Especial de Operadores de Comercio Exterior (REOCE). Según la normativa española vigente, dicha inscripción en el Registro debe ser anterior o simultánea a la solicitud de la licencia y sólo se pueden inscribir las personas físicas o jurídicas que sean residentes en España. Por su singularidad, el control de las exportaciones de productos y tecnologías de doble uso compete a las autoridades nacionales según dispone en Europa el Reglamento (CE) 428/2009 del Consejo, de 5 de mayo de 2009 y sucesivas actualizaciones, así como la

Ley 53/2007, de 28 de diciembre y el Real Decreto 679/2014, de 1 de agosto. Además, la normativa relativa al control de exportación de dichos productos y tecnologías de doble uso es aplicable a todos los países en el seno de la Unión Europea y todos ellos tienen la obligación de cumplir los reglamentos de la UE específicos aprobados. En su caso habrá que determinar quién es el regulador, quizá la Agencia Espacial Española (AEE).

f. Licencias y autorizaciones administrativas

El impacto de las actividades espaciales en seguridad, medioambiente, fiscalidad, protección, urbanismo, exportaciones e importaciones, etc., por sólo citar algunas facetas destacadas, determina la intervención administrativa para su supervisión, gestión y control. En este sentido, La Directiva 2006/123/CE, de 12 de diciembre de 2006, relativa a los servicios en el mercado interior (la denominada Directiva "Bolkenstein") establece que se entiende por "régimen de autorización" (artículo 4), cualquier procedimiento en virtud del cual el prestador o el destinatario están obligados a hacer un trámite ante la autoridad competente para obtener un documento oficial o una decisión implícita sobre el acceso a una actividad de servicios o su ejercicio.

Así, habrá que tramitar las autorizaciones de control (o autorizaciones simples), propuestas únicamente para controlar la actividad autorizada o acortarla negativamente dentro de unos límites determinados y, entre otras, las autorizaciones "en función de programación" (u operativas), que, sin prescindir de la función primaria de control, pretenden ir más allá y orientan positivamente la actividad de su titular en la dirección previamente definida por planes o programas sectoriales, o bien, por la propia norma en cada caso aplicable (por ejemplo, las autorizaciones de espectro radioeléctrico o las licencias de apertura o funcionamiento de establecimientos).

g. Espectro radioeléctrico

Los servicios espaciales requieren recursos órbita-espectro, aquellos necesarios para soportar una infraestructura satelital de radiocomunicaciones constituida por cada una de las posiciones de la órbita geoestacionaria, o bien un conjunto de órbitas no geoestacionarias susceptibles de albergar un sistema de satélites, así como segmento terreno, en caso de precisar derechos de uso privativo del dominio público radioeléctrico para su explotación en redes de comunicaciones electrónicas que utilicen satélites.

La normativa vigente establece que las zonas de servicio y las frecuencias espaciales precoordinadas se consideran, asimismo, recursos órbita-espectro. En el caso del Reino de España, la utilización de los derechos sobre los recursos órbita-espectro está sometida al Derecho internacional y, en particular, a lo dispuesto en los Tratados de la Constitución, Convenio y Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). El derecho de uso de recursos órbita-espectro en el ámbito de la soberanía española tendrá la consideración de derecho de uso privativo del dominio público radioeléctrico, regulado en la Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones y en el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico (Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero).

h. Desechos Espaciales

Según la Agencia Espacial Europea (ESA), incontables fragmentos derivados de esfuerzos espaciales pasados están atrapados en órbita alrededor de la Tierra y representan una amenaza a nuestro futuro en el Espacio. Con los años, el número, la masa y el área de estos objetos y escombros crecen de manera constante, lo que aumenta el riesgo para los satélites en funcionamiento y las diversas operaciones y misiones espaciales.

La Space Debris Office de la ESA monitorea constantemente esta situación de desechos en continua evolución y cada año publica un informe sobre el estado actual del entorno de desechos.

Por estas razones, las agencias espaciales, empresas privadas y otros actores espaciales tienen el deber de cambiar su comportamiento y adherirse a las directrices y estándares internacionales para lograr un uso sostenible del espacio. En particular, destacamos las siguientes: diseñar cohetes y naves espaciales para minimizar la cantidad de 'desprendimiento', el material que se desprende durante el lanzamiento y la operación,

	<p>debido a las duras condiciones del Espacio; evitar explosiones con liberación de energía almacenada, y “pasivizar” las naves espaciales al final de sus vidas; mover las misiones desaparecidas fuera del camino de los satélites en funcionamiento, ya sea por desorbitación o por movimiento a una 'órbita de cementerio'; y evitar choques en el espacio mediante la elección cuidadosa de las órbitas y realizando 'maniobras para evitar colisiones'. Además, cabe hacer alusión al Active Debris Removal (ADR) o la retirada activa de residuos espaciales, que ha propiciado la creación de empresas especializadas en la retirada de residuos espaciales utilizando diferentes tipos de técnicas (Clear Space en Clear Space -1).</p> <p>i. Cielos oscuros y silenciosos</p> <p>Durante estos últimos años, el número de satélites en órbita ha aumentado considerablemente y se estima que continuará incrementándose en varias decenas de miles en pocos años. Esta congestión en la órbita terrestre baja dificulta las observaciones astronómicas –ya sea en el rango de longitud de onda óptico/IR, y/o el de radio–. Existe una libertad de uso pacífico del espacio ultraterrestre. No obstante, el aumento de la comercialización del espacio ultraterrestre, con especial mención a las constelaciones de satélites, supone un cambio de paradigma a la hora de coordinar el resto de las actividades espaciales junto con las labores en el campo de la astronomía. Una regulación necesaria para reducir el volumen de ruido en la observación del espacio desde la Tierra.</p> <p>j. Space Traffic Management (STM)</p> <p>Jurídicamente, es relevante el control y la gestión operativa del tráfico espacial. Entre otros aspectos, interesa el seguimiento y localización de objetos espaciales, así como la basura espacial y sus implicaciones legales y jurídicas en materia de responsabilidad, cielos oscuros, etc.</p> <p>k. Inteligencia artificial (IA)</p> <p>Los sistemas de inteligencia artificial en la industria espacial constituyen un componente cada vez más demandado en el mercado por las grandes ventajas que ofrece en la asistencia de las misiones espaciales. Concretamente, en el ámbito de la sostenibilidad espacial, la IA representa una oportunidad para cuestiones como la prevención de colisiones (collision avoidance) en órbita con otros objetos espaciales, la reducción de la basura espacial, y la minería espacial.</p> <p>LÍNEAS Y RETOS PRINCIPALES</p> <p>a) Tras la constitución en España de la Agencia Espacial Española (AEE) y pendiente su desarrollo competencial, se destacan dos retos a afrontar con prioridad:</p> <p>(i) El establecimiento de una Estrategia Espacial Nacional, a largo plazo, que sea independiente de cambios políticos y que establezca las líneas básicas y constantes que España y sus empresas necesitan para que sus proyectos se consoliden en el actual marco competitivo que, a su vez, requiere de una mayor colaboración internacional dada la entidad de determinados proyectos.</p> <p>(ii) La plasmación de la necesaria regulación espacial en próxima Ley que dote de seguridad jurídica a los proyectos que las empresas quieran desarrollar, a la vez que dé cobertura a iniciativas relevantes en materia de lanzadores, satélites, constelaciones, puertos espaciales, incentivos económicos y fiscales, etc.</p> <p>La toma de conciencia de los aspectos regulatorios dará a las empresas soluciones que las hagan competir con conocimiento y defensa jurídica en el cada vez más complejo e interactivo mercado internacional, donde, dependiendo de las capacidades, la colaboración es necesaria y se debe estar a lo que las diferentes regulaciones, en ausencia de una armonización efectiva, establezcan</p>
<p>Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de</p>	<p>Líneas troncales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principal: L5 Sistemas y elementos claves de awareness • Otras <ul style="list-style-type: none"> ○ L1. Lanzadores

<p>I+D+I de Espacio</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ L2. Instrumentos para ciencia y exploración ○ L4. Instrumentos para observación de la tierra ○ L6. Ciberseguridad <p>Tecnologías disruptivas: T2 Tecnologías de Clean Space</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Principal: T8. Inteligencia artificial aplicada a gestión de sistemas complejos ● Otras: <ul style="list-style-type: none"> ○ T4. Procesado en la nube, volumen, velocidad y fusión de datos aplicados a segmento terreno ○ T5. Big data aplicado a segmento terreno ○ T11. Tecnologías de ciberseguridad aplicadas a segmento vuelo y terreno ○ T12. Tecnologías avanzadas en ciencia y exploración <p>Líneas de Actuación Tecnológica:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Principal: Espacio al servicio del futuro de la Sociedad ● Otras: <ul style="list-style-type: none"> ○ Promoción y desarrollo de aplicaciones y servicios basados en el espacio ○ Apoyo decidido a la I+D+I y la Formación
<p>Referencias bibliográficas y de mercado</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>Incidencia de la “Ley Europea de la IA” en las actividades y misiones espaciales</u> <u>Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial</u>, ISSN-e 2792-4114, <u>Nº. 13, 2023</u>, págs. 26-33 <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Texto Completo Ejemplar</u> <u>Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial</u>, ISSN-e 2792-4114, <u>Nº. 12, 2023</u>, págs. 17-19 <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Texto Completo Ejemplar</u> ● <u>El derecho nacional del espacio a examen: comparativa regulatoria de España e Italia</u> <u>Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial</u>, ISSN-e 2792-4114, <u>Nº. 12, 2023</u>, págs. 37-58 <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Texto Completo Ejemplar</u> ● <u>Los Datos de Alto Valor en la Unión Europea: geoespaciales y observación de la Tierra y medio ambiente, meteorología, estadística, sociedades y propiedad de sociedades y movilidad</u> <u>Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial</u>, ISSN-e 2792-4114, <u>Nº. 10 (MARZO), 2023</u>, págs. 36-45 <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Texto Completo Ejemplar</u> ● <u>La urgente determinación de la sede física de la futura Agencia Espacial Española</u> <u>Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial</u>, ISSN-e 2792-4114, <u>Nº. 9 (DICIEMBRE), 2022</u>, págs. 18-23 <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Texto Completo Ejemplar</u> ● <u>Iniciativas espaciales en España</u>: Consejo del Espacio y Ejército del Aire y del Espacio <u>Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial</u>, ISSN-e 2792-4114, <u>Nº. 7 (Julio), 2022</u>, págs. 14-18 <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Texto Completo Ejemplar</u>

	<ul style="list-style-type: none">• Necesidades jurídicas y legales de la industria espacial Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial, ISSN-e 2792-4114, Nº. 1 (Mayo), 2021, págs. 11-15<ul style="list-style-type: none">○ Texto Completo Ejemplar• Las Licencias de Software en la Industria Espacial Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial, ISSN-e 2792-4114, Nº. 3 (Octubre), 2021, págs. 12-14<ul style="list-style-type: none">• Texto Completo Ejemplar• Requisitos legales generales para el lanzamiento de un objeto espacial Boletines del Observatorio Jurídico Aeroespacial, ISSN-e 2792-4114, Nº. 6 (Mayo), 2022, págs. 19-24<ul style="list-style-type: none">• Texto Completo Ejemplar
--	---

Hoja de ruta de las prioridades de I+D+I del New Space

A modo de resumen se recogen en la siguiente tabla todas las prioridades resultantes clasificadas según el respaldo obtenido por el Grupo –ver metodología-, su nivel de necesidad temporal (**corto**, **medio** o **largo** plazo) y su impacto científico o económico estimado en el sector (**bajo**, **medio**, **alto**).

Prioridad I+D+I	Ponente	Votos	Plazo			Impacto		
			Corto 2025	Medio 2027	Largo 2030	Bajo	Medio	Alto
P17+P18. Tecnologías de industrialización para constelaciones	EOSOL + INDRA	58						
P08+P11. Apuntado de alta precisión en pequeños satélites	IAC + Uvigo	44						
P01+P10. Desarrollo de antenas desplegables	EOSOL + COMET	42						
P20. Fabricación aditiva	CITD	41						
P09. Comunicaciones seguras (cuánticas)	UVigo	33						
P21. Evaluación del impacto de la basura espacial en la atmósfera	UCM	29						
P12. Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: sensores	INDRA	27						
P02+P03. Nuevos materiales avanzados y/o inteligentes, mecanismos y dispositivos multifuncionales para su aplicación en la industria aeroespacial	UPM/UIB + INVENTIA	26						
P04. Desarrollos orientados a la automatización de misiones	INDRA	26						
P05. Estudio, validación y utilización de componentes y tecnologías COTS	UC3M	26						
P19. Nuevos Procesos Productivos para Fabricación e Integración de Estructuras Termomecánicas	INVENTIA	25						
P15. Infraestructura de pruebas para sistemas multi-órbita	GMV	23						
P13. Desarrollos para la Gestión del Tráfico Espacial o STM (Space Traffic Management) para la operación segura ante el creciente tráfico espacial incluidas las futuras	INDRA	21						
P22+P23+P24+P25. Desarrollo de Regulación y Normativa Espacial en España	AEDAE	21						
P.14 Desarrollos de sistemas, tecnologías y elementos clave de SST: procesamiento de datos y soporte a operadores	INDRA	14						
P16. Plataforma para la caracterización selectiva del comportamiento del software empleando técnicas de observación no intrusivas	UAH	6						

Leyenda de colores para las categorías temáticas de las líneas prioritarias identificadas:

Estructuras, materiales, mecanismos
Robótica, automatización
Microprocesadores
Propulsión
Control
Comunicaciones
Antenas
Instrumentos/sensores
Operaciones seguras en el dominio espacial
Infraestructura de pruebas
Procesos de diseño y fabricación
Estudios científicos, aplicaciones y servicios
Derecho espacial
Potencia, almacenamiento energía
Estaciones de tierra
Aviónica, software embarcado
Control térmico

Como se observa de la tabla anterior, casi todas las prioridades de I+D+I identificadas se consideran de alto impacto económico o científico. Respecto a la necesidad temporal, casi todas requieren un plazo medio (2027), aunque unas pocas serían de mayor urgencia (2025). Algunas requerirían a priori de atención continua desde el corto plazo.

Documentos de referencia

Los siguientes documentos se han utilizado como referencias a la hora de elaborar este documento:

[R1]	PAE. CONVOCATORIA PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN 2022. MEMORIA TÉCNICA DE LA ACTUACIÓN. Nov., 2022.
[R2]	PAE. AGENDA ESTRATÉGICA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN ESPACIO 2020 – 2030. Feb., 2021.

Anexo: Metodología

El proceso seguido se inició poniendo en común las prioridades que todos los miembros del Grupo identificaron para a posteriori consolidarlas y documentarlas.

Para la identificación de prioridades se utilizó una ficha de expresión de interés, tal y como se muestra a continuación, cuyos autores tuvieron la oportunidad de presentar en sesión telemática al resto del Grupo.

Prioridad-P.x: title ¶	
Reto (competitividad científica o comercial) ¶	Competencia a batir en el entorno científico o comercial. ¶ Tamaño esperado del mercado objetivo o relevancia científica a nivel internacional. ¶
Necesidad temporal ¶	<input type="checkbox"/> 2025 <input type="checkbox"/> 2027 <input type="checkbox"/> 2030 <input type="checkbox"/> Otro (especificar) ¶
Impacto científico o económico en el sector ¶	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto ¶ Justificación cuantitativa en términos de competitividad global y de mercado accesible, acceso a nuevos mercados, penetración en mercados existentes, etc. ¶ Justificación cuantitativa en términos de conocimiento y producción científica de excelencia internacional incluyendo, por ejemplo, acceso a premios de prestigio internacional, captura de fondos de I+D+I europeo, interés constatable de futura explotación comercial, etc. ¶
Aplicabilidad al New Space ¶	Cómo apoya al acceso de bajo coste al espacio, a las tecnologías de misiones espaciales de bajo coste, o a las actividades comerciales en Espacio en un entorno de competencia global ¶
Segmento ¶	<input type="checkbox"/> Espacio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Aplicaciones ¶
Descripción detallada ¶	¶
Traza/ referencia a la Agenda Estratégica de I+D+I de Espacio ¶	Líneas troncales: principal LX, otras LY ¶ Tecnologías disruptivas: principal TX, otras TY ¶ Líneas de Actuación Tecnológica: principal LATX, otras LATY ¶
Referencias bibliográficas y de mercados ¶	[Author, year]-Authors, title, publication, year. ¶ Justificación de la prioridad en el mercado español frente a la competencia global ¶

Cada entidad podía emitir más de una prioridad.

La jornada telemática del Grupo permitió poner en común todas las ideas con presentaciones de los ponentes seguidas de unos minutos de preguntas/sugerencias y respuestas. Todas las prioridades recibidas se presentaron, con excepción de 2 de ellas cuyos proponentes prefirieron descartarlas para esta ocasión.

Las distintas ideas se sometieron a validación por el Grupo, basada en un esquema de puntuaciones, de modo que cada organización emitió unas puntuaciones a 12 prioridades con el reparto de 26 puntos, del siguiente modo.

- 5 puntos a la prioridad considerada de mayor interés para el sector en España,
- 4 puntos a la prioridad siguiente en interés,
- 3 puntos para las 2 prioridades siguientes,
- 2 puntos a las 3 prioridades siguientes,
- 1 punto a las 5 prioridades siguientes.

Cada entidad miembro del Grupo de Trabajo sólo podía emitir un fichero de votaciones cumplimentando un excel preparado al efecto; es decir, si en una entidad había varios equipos de trabajo, consensuaron internamente el fichero de puntuaciones antes de emitirlo. Los ponentes de algunas prioridades identificadas en sinergias durante la jornada de puesta en común acordaron presentarlas conjuntamente como una sólo; es decir, a efectos de la votación se entendieron de manera combinada como una única prioridad integrada; a efectos prácticos, si una entidad emitió puntuaciones diferentes a prioridades que se iban a fusionar sólo se consideró la puntuación más alta a dicha fusión.

Además, se resolvieron las siguientes clarificaciones:

- El auto-voto está permitido;
- Como máximo se pueden asignar en total 26 puntos, pero se puede emitir un fichero de votaciones con menos;
- Como máximo se puede votar a 12 prioridades según el esquema de asignación de puntos establecido;
- En caso de recibirse varios ficheros de votaciones de una única entidad, el último recibido en plazo reemplazará cualquier anterior.

Tras cerrar el plazo para recepción de los ficheros de votaciones, se resolvieron algunas inconsistencias de adherencia a la metodología de puntuación establecida, con las entidades que emitieron los ficheros afectados.

Las votaciones se realizaron de manera privada y los resultados se mostraron agregados. El detalle del conteo de votos quedó disponible para inspección bajo petición por razones de transparencia, en reunión específica, si así lo requiriese algún miembro del Grupo.

Durante el proceso de revisión del borrador de documento por parte del Grupo de Trabajo se pudieron identificar de nuevo fusiones de prioridades que se implementaron si así lo acordaron los ponentes de las mismas.