



LA BIOTECNOLOGÍA EN LA SEGURIDAD Y DEFENSA

Contenido

Introducción	3
Contexto internacional y el Plan Industrial y Tecnología para la Seguridad y la Defensa	3
La biotecnología como tecnología revolucionaria para la OTAN	4
Defense Innovation Accelerator for the North Atlantic (DIANA).....	4
La biotecnología como tecnología de uso dual	5
La hoja de Ruta del Ministerio de Defensa	5
Conclusión.....	6
Anexo 1 Actuaciones CDTI	8
Anexo 2 Financiación de la UE para la defensa	11
Anexo 3 Tendencias en biotecnología para el ámbito de la defensa – OTAN	13
Anexo 4 Productos y tecnologías considerados de uso dual según Reglamento 2021/821.....	15

Introducción

Desde AseBio hemos elaborado este documento con el objetivo de conocer **cómo se sitúa la biotecnología en el ámbito de la seguridad y la defensa**, ofrecer información de las **oportunidades de financiación** hasta ahora desconocidas para las compañías del sector y analizar cómo se define la biotecnología como tecnología de uso dual.

A lo largo de este último año, desde AseBio hemos recibido peticiones de participación de distintas entidades en eventos que profundizaban sobre los sectores innovadores en las áreas de seguridad y defensa, información de socios con interés en hacer propuestas en la iniciativa DIANA de la OTAN y compañías biotech nos han trasladado su preocupación en el proceso complejo de exportar productos biotecnológicos y considerarse producto de uso dual.

Poniendo en contexto, la Comisión Europea (CE) presentó la **Estrategia de Seguridad Económica**¹ con las propuestas sobre el **control de las inversiones entrante y salientes en la UE**, coordinar los **controles de exportación**, impulsar la I+D en tecnologías de **doble uso** y reforzar la **seguridad en el ámbito de la investigación**. Además, la CE identificó en una Recomendación, a la biotecnología como **tecnología estratégica crítica para la seguridad económica de Europa**.

Contexto internacional y el Plan Industrial y Tecnología para la Seguridad y la Defensa

Acontecimientos recientes como la **Guerra entre Ucrania y Rusia**, amenazas híbridas, o el **giro drástico en la política exterior de los Estados Unidos**, han hecho que Europa asuma un papel más activo en su propia defensa y seguridad y en el desarrollo de ciertas capacidades tecnológicas, industriales y militares de las que había prescindido hasta el momento.

Esto ha llevado a que desde el Gobierno de España se ponga en marcha el **Plan Industrial y Tecnológico para la Seguridad y Defensa (PITSD)**², para garantizar la seguridad de su población e impulsar una nueva fase de desarrollo industrial y tecnológico en su tejido productivo.

Este Plan consta de una inversión de 10.471 millones de euros para 2025, de los que 3.262,76 millones de euros estarán destinados a **nuevas tecnologías de telecomunicación y ciberseguridad**, entre los que se encuentra:

- **Incremento capacidad sanitaria mediante aplicación de biotecnología robótica y DATA:** En el marco del Proceso de Planificación de Defensa de la OTAN que identifica capacidades que la OTAN necesita, se requieren inversiones estratégicas para **reforzar la capacidad sanitaria operativa**, incluyendo **atención a quemados críticos, descontaminación NBQR, cirugía experimental, tecnologías 3D y robótica, sistemas de información médica, telemedicina avanzada y bio/neurotecnología para la sensorización biomédica del personal desplegado**. 72,26 millones de euros.

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023JC0020&qid=1687525961309>

² <https://www.lamoncloa.gob.es/consejode ministros/resumenes/Documents/2025/230425-plan-industrial-y-tecnologico-para-la-seguridad-y-la-defensa.pdf>

En el marco del Plan Tecnológico para la Seguridad y la Defensa, el CDTI canalizará 500 millones de euros para I+D mediante:

- CDTI: Líneas de subvenciones a consorcios empresariales y centros de investigación. Líneas de subvenciones dirigidas a consorcios empresariales y centros de investigación. 100 millones de euros.
- CDTI: Compra pública precomercial de prototipos y demostradores. Para compra pública pre-comercial de prototipos y demostradores. 150 millones de euros.
- CDTI: Inversión en fondos de capital riesgo especializados en el ámbito de la defensa. Inversión en fondos de capital riesgo especializados en el ámbito de la defensa. 200 millones de euros.
- CDTI: Fortalecimiento y la mejora de las capacidades de centros tecnológicos y centros de excelencia. Fortalecimiento y la mejora de las capacidades de centros tecnológicos y centros de excelencia (e.g., bancos de prueba, laboratorios). 50 millones de euros.

Las áreas de I+D que financiará CDTI están definidas por la Hoja de Ruta tecnológica del Ministerio de Defensa basadas en las prioridades que ha establecido la OTAN.

La biotecnología como tecnología revolucionaria para la OTAN

Por su parte la OTAN elabora Informes sobre tendencias en ciencia y tecnología. En su Informe "Science & Technology Trends 2023-2043" identifica tendencias de ciencia y tecnología relevantes para el ámbito de la defensa, que puede afectar a la capacidad de desarrollo y suponer retos operativos a la OTAN. En este documento hay un apartado donde analiza la biotecnología en un epígrafe junto con la mejora humana (human enhancement).

Más recientemente en el informe actualizado "Science & Technology Trends 2025-2045"³, dedica un apartado a la Revolución Biotecnológica en el que identifica a la biología sintética como el motor de la próxima revolución tecnológica en ámbitos como la salud (medicina personalizada, terapias genéticas, respuesta rápida a epidemias), agricultura (alimentos resistentes al cambio climático), energía (bioenergías) y medio ambiente (gestión de residuos y emisiones). Y también reconoce una serie de riesgos y desafíos como el bioterrorismo mediante el uso de CRISPR y IA, la privacidad de los biodatos o el control débil en el caso de las armas biológicas, sin régimen internacional definido.

Defense Innovation Accelerator for the North Atlantic (DIANA)

En la Cumbre de la OTAN de 2021 en Bruselas, los líderes aliados acordaron lanzar el programa DIANA⁴, para fomentar la cooperación transatlántica en tecnologías críticas, promover la interoperabilidad entre las fuerzas aliadas y aprovechar la innovación civil mediante la colaboración con el mundo académico y el sector privado. El objetivo de DIANA es el de acelerar la innovación en defensa en el Atlántico Norte

³ https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_236107.htm?selectedLocale=en

⁴ <https://www.diana.nato.int/>

Entre las iniciativas del programa DIANA, se encuentra la creación de Test Center⁵, que consiste en una red de centros de prueba ubicados en centros de innovación en toda la Alianza. Los centros de prueba son instalaciones acreditadas que permite probar y validar tecnologías innovadoras con aplicación en defensa y seguridad, con el objetivo de **acelerar la maduración de soluciones tecnológicas disruptivas**:

- Ofrece infraestructuras y apoyo técnico especializado.
- Facilita el desarrollo de tecnologías duales (uso civil y militar).
- Forma parte de una red transatlántica de centros en países de la OTAN.

Caso de éxito: Test Center DIANA en Multi-ómica e IA explicable.

El CRG actualmente ha lanzado una propuesta para poner en marcha un **Test Center DIANA en Multi-ómica e IA explicable** y que responde al reto lanzado por DIANA de DIANA: Data-Assisted Decision Making.

Su objetivo es el de convertir al CRG en el primer Test Center DIANA en Europa especializado en multi-ómica e IA explicable para decisiones asistidas por datos. Este Test Center modelará sistemas biológicos complejos y tendría aplicación tanto a salud militar como civil (medicina personalizada, pandemias, exposoma, etc..), por lo que se consideraría como una tecnología dual.

La biotecnología como tecnología de uso dual

Los productos de doble uso se definen como productos y su tecnología, que puedan destinarse a **usos tanto civiles como militares**. Entre los que podrían incluirse los que puedan utilizarse para el diseño, el desarrollo, la producción o el empleo de armas nucleares, químicas o biológicas y sus sistemas vectores, incluidos todos los productos que puedan ser utilizados tanto para usos no explosivos como para ayudar a la fabricación de armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos.

La definición de productos de doble uso incluye la tecnología de doble uso. Es habitual el uso del término tecnología de doble uso o tecnología dual, per sé, para referirse a este **componente tecnológico**, es decir, **aquella información específica necesaria para el desarrollo, la producción o la utilización de un producto que puede ser utilizado para aplicaciones civiles o militares**.

El Reglamento 2021/821 que establece un régimen de la Unión de control de las exportaciones, el corretaje, la asistencia técnica, el tránsito y la transferencia de productos de doble uso, incluye un anexo I de 400 páginas con el **conjunto de productos y tecnologías que considera de uso dual**. Entre ellos, hay varios relacionados con la biotecnología.

La hoja de Ruta del Ministerio de Defensa

A pesar de lo anterior, en el reciente anuncio del Ministerio de Defensa de su **hoja de ruta**, presentó siete ejes⁶ para transformar la industria de defensa española.

Uno de estos ejes gira en torno a **aumentar las capacidades tecnológicas soberanas** con el fin de reducir la dependencia tecnológica de terceros países, mediante

⁵ <https://www.diana.nato.int/test-centres.html>

⁶ <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/5309279/teniente-general-ivorra-anuncia-hoja-ruta-siete-ejes-transformar-industria-defensa-espanola>

inversión en inteligencia artificial, sensores avanzados, robótica, sistemas no tripulados y ciberdefensa. Entre estos ejes **no se encuentra la biotecnología**.

Por otra parte, el Ministerio de Defensa en su documento “Tecnologías de alto impacto para la defensa en el entorno operativo 2035”⁷ publicado en 2024, menciona a la **biotecnología** como uno de los **avances** que se *incluyen cada vez más frecuentemente en investigaciones, análisis y planes de desarrollo de capacidades relacionados con la Seguridad y Defensa a nivel global*, en línea con la OTAN.

Conclusión

En España no figura la biotecnología en la hoja de ruta del Ministerio de Defensa como tecnología clave en el ámbito de la defensa.

Sin embargo, desde instituciones como la OTAN y con iniciativas como DIANA se identifica a la biotecnología como una de las tecnologías relevantes para el ámbito de la defensa.

Desde la perspectiva de AseBio y como principales conclusiones de la sesión en la que participamos durante la **Primera Conferencia de Biotecnología de la OTAN - Panel 2: Fostering Biotechnology Ecosystems in Defence and Security**, podemos afirmar que:

- El sector de la biotecnología y de la defensa no se conocen mutuamente y no existen conexiones entre ambos ámbitos: La biotecnología tiene una gran capacidad de respuesta pero necesita de un marco que permita orientar nuestras capacidades a los retos del ámbito de la defensa y la seguridad.
- Ambos sectores pueden acercarse, pero el sector biotecnológico necesita:
 - Conocer las necesidades en defensa y seguridad
 - Un marco flexible y ágil – regulación flexible, anticiparse a la demanda, asegurar los suministros, etc.
 - Herramientas adaptadas para su desarrollo: instrumentos para financiar la investigación y desarrollo. Por ejemplo: Compra Pública Preferente para productos biotech made in Europe.

Además, está considera como una tecnología de uso dual, lo que reconoce que se trata de una tecnología que puede ser utilizada para aplicaciones civiles o militares. Según todo lo anterior, podrían existir oportunidades de colaborar en el sector biotecnológico en iniciativas como DIANA, como han planteado ya entidades como el CRG y podrían existir oportunidades de financiación en biotecnología en distintos programas de CDTI y de CDTI junto con el Ministerio de Defensa.

Por eso, desde AseBio creemos que es necesario **llover a cabo las siguientes acciones**:

- Acción informativa y exploratoria entre los socios de AseBio para dar a conocer el contexto actual y cómo se posiciona la biotecnología en el ámbito de la defensa a nivel nacional e internacional.
- Acción informativa y de acercamiento hacia Ministerio de defensa para que conozcan lo que hace el sector biotech con potencial en el ámbito de la defensa.

⁷ <https://publicaciones.defensa.gob.es/tecnologias-de-alto-impacto-para-la-defensa-en-el-entorno-operativo-2035-libros-pdf.html>

- Como se indica en el Anexo 2 sobre Financiación de la UE en materia de defensa y seguridad, la CE está definiendo y actualizando los programas de financiación de la UE existentes como STEP y Programa Marco, como respuesta al Plan Rearmar Europa para impulsar la preparación e inversión en materia de defensa. Por eso, otra acción **desde AseBio sería el de hacer seguimiento a los avances y cambios de la CE en materia de defensa**, especialmente en los programas de financiación.

Anexo 1 Actuaciones CDTI

Tecnologías duales – Colaboración con MINISDEF

CDTI colabora con el Ministerio de Defensa mediante un protocolo de colaboración para crear una base industrial nacional sólida en **tecnologías duales**.

CDTI actúa frente a las empresas como una de las puertas de entrada al sector de la seguridad y defensa, gracias a que, entre otros, figura como agencia ejecutora del Plan Industrial y Tecnológico para la Seguridad y Defensa (PITS).

Actuaciones:

- **Coordinación de la financiación a nivel nacional.** Intercambio de información y coordinación en el uso de fondos de I+D
- **Apoyo mutuo en programas internacionales:** EDF, HE, DIANA, NIF.
- **Programas Multilaterales.** Se estudian contribuciones del CDTI caso a caso a grandes Programas estratégicos de Defensa.

Programa Misiones

MISIÓN 6. Capacitación para la autonomía estratégica en seguridad y defensa

- **Seguridad y protección de la información:** para impedir la interceptación o el descifrado no autorizado de datos que puedan afectar a centros clave de decisión, infraestructuras críticas, filtración de tecnología, etc. Se propone como un ámbito prioritario de actuación el desarrollo de sistemas de comunicaciones avanzadas y con mejores prestaciones, de ciberseguridad, cibervigilancia y criminalística digital basados en criptografía cuántica, algoritmos post-cuánticos o nuevas técnicas de cifrado, entre otros. Asimismo, para asegurar la autonomía estratégica se contempla también la implementación de soluciones avanzadas a nivel de hardware.
- **Desarrollo de sistemas automatizados y de gestión remota más eficientes y con menor coste para aplicaciones de seguridad y defensa:** que permitan realizar tareas de forma más segura, resiliente, eficiente y económica. Estos sistemas de precisión y autónomos, con orientación aérea, terrestre, de superficie o subacuática, constituyen un eje novedoso para la defensa del siglo XXI y se consideran, en consecuencia, un ámbito prioritario de actuación.
- **Productos y sistemas de plataformas aéreas, terrestres o navales con un mejor rendimiento, más sostenibles, eficientes y seguros:** que incorporen propiedades nuevas o mejoradas en comparación con los productos y sistemas convencionales, utilicen materiales avanzados y/o logren una colaboración más significativa y eficiente entre los humanos y las máquinas dentro de un ecosistema digital. También se pretende mejorar la supervivencia de las plataformas y del personal que transporten las mismas.
- **Incremento del grado de protección y seguridad de infraestructuras críticas.** En el contexto actual, es fundamental que redes y sistemas de telecomunicaciones, almacenes estratégicos e instalaciones críticas de otro tipo, esenciales para el funcionamiento de una sociedad y economía, cuenten con especial protección. Por ello, en esta misión es un ámbito prioritario de actuación el desarrollo de iniciativas para fortalecer las capacidades de detección, monitorización y respuesta ante amenazas a estas instalaciones como ciberataques, sabotajes y desastres naturales. Se incluyen también las infraestructuras críticas submarinas, esenciales para la conectividad global, el suministro energético y la vigilancia marítima, como cables de

telecomunicaciones, tuberías de transporte de energía, plataformas offshore o sensores oceánicos, entre otras.

- **Protección frente a riesgos CBRN (químicos, biológicos, radiológicos y nucleares)**, considerando sistemas avanzados de detección, monitorización y respuesta, incluyendo soluciones para la detección en remoto de áreas de almacenamiento y/o fabricación, o para la detección del uso de armas relacionadas con agentes CBRN.

Programa Cervera

Temáticas:

- **Comunicaciones avanzadas** - Redes móviles: El desarrollo de redes móviles avanzadas constituye un pilar esencial para la transformación digital de las capacidades de defensa. La evolución desde 4G hacia 5G y, en el futuro, 6G, aporta mejoras significativas en velocidad, latencia, fiabilidad y densidad de conexión, habilitando comunicaciones seguras y en tiempo real incluso en entornos operativos complejos. Estas redes permiten el despliegue efectivo de sistemas autónomos, operaciones distribuidas, mando y control avanzados, así como el intercambio ágil de información crítica en escenarios tácticos y estratégicos. Su desarrollo es clave para garantizar la conectividad robusta y resiliente que exigen las fuerzas de seguridad y de defensa modernas
- **Defensa contra amenazas asimétricas**: Las amenazas asimétricas, como el terrorismo, la guerra cibernética y el uso de drones, presentan desafíos únicos para las fuerzas de seguridad y defensa tradicionales. Estas amenazas a menudo involucran actores no estatales que utilizan tácticas no convencionales para atacar vulnerabilidades en infraestructuras críticas y poblaciones civiles.
- **Inteligencia Artificial**: Las tecnologías basadas en aprendizaje profundo (deep learning) e inteligencia artificial generativa están revolucionando la forma en que se procesan datos, se toman decisiones y se ejecutan operaciones complejas. En el ámbito de la defensa, estas capacidades permiten desarrollar sistemas capaces de analizar grandes volúmenes de información en tiempo real, identificar patrones, anticipar amenazas y apoyar la toma de decisiones en entornos dinámicos y exigentes. Todo ello, bajo principios de supervisión humana, explicabilidad y uso ético y responsable, esenciales para garantizar la confianza operativa. La integración de IA en sistemas de defensa supone un avance estratégico para mejorar la eficacia, la velocidad de reacción y la superioridad informativa en el campo de operaciones.
- **Materiales avanzados**: Los materiales avanzados impulsan la innovación en múltiples industrias, mejorando el rendimiento, la sostenibilidad y la eficiencia de productos y sistemas. Estos materiales poseen propiedades mejoradas o completamente nuevas en comparación con los convencionales, lo que permite su aplicación en sectores estratégicos.
- **Sistemas autónomos – Movilidad avanzada**: El concepto tradicional de transporte evoluciona hacia el más novedoso de movilidad. Se prioriza el

desarrollo de sistemas autónomos o remotamente tripulados capaces de integrar sensores, procesamiento de datos en tiempo real e inteligencia artificial, con el objetivo de mejorar la planificación de rutas, la eficiencia en el movimiento y la capacidad de respuesta de vehículos terrestres, aéreos y navales. Estas tecnologías permiten mejorar la eficiencia logística, aumentar la autonomía operativa en entornos hostiles y reducir la exposición del personal en misiones de alto riesgo.

Ayudas parcialmente reembolsables duales CDTI

Evaluación complementaria sobre dualidad – Consulta con el MINISDEF

Neotec 2025

La convocatoria de Neotec 2025 ha tenido una reserva presupuestaria de 20.000.000€ destinados en su totalidad a la financiación de áreas tecnológicas de uso dual, vinculadas a la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID)

Compra pública de innovación

CPP: adquisición de servicios de I+D hasta TRL7 para validar por APU en entorno real y posterior cesión/mutación demanial. Licitación para el desarrollo de prototipos. En el PITSD se consignan 150M € para esta línea de actuación.

Innvierte

Inversión en fondos de capital riesgo especializados en el ámbito de la defensa. En el PITSD se consignan 200M € para esta línea de actuación.

Anexo 2 Financiación de la UE para la defensa ⁸

La UE financia la defensa a través de diferentes instrumentos incluidos en su presupuesto para apoyar proyectos de investigación, desarrollo, producción, adquisición e infraestructura.

El principal instrumento de financiación de la defensa es el **Fondo Europeo de Defensa**, puesto en marcha en 2021 para apoyar la investigación y el desarrollo en defensa y otras iniciativas como **proyectos de movilidad militar**.

Desde el inicio de la guerra de agresión de Rusia contra Ucrania en 2022, la UE ha aumentado el gasto en defensa en el presupuesto de la Unión y en 2023 adoptó dos instrumentos temporales para apoyar la **producción de municiones** y reforzar la industria europea de defensa mediante las **adquisiciones en común**.

Actualmente la UE está trabajando en un nuevo **programa para la industria de la defensa** y está simplificando las normas y los procedimientos existentes a fin de reducir los cuellos de botella en la legislación de la Unión en el sector de la defensa y acelerar el acceso a fondos europeos.

1. **Fondo Europeo de Defensa**: entró en vigor el 29 de abril de 2021. Cuenta con **8.800 millones de euros para impulsar la investigación y el desarrollo en el ámbito de la defensa** en el período 2021-2027. El Fondo promueve la cooperación entre las empresas y las entidades de investigación de la UE, de cualquier tamaño y origen geográfico, en los ámbitos de la investigación y el desarrollo y las tecnologías y los equipos de defensa interoperables. De los 8.800 millones de euros, **1.500 estarían dirigidos a proyectos en el marco de STEP**.
 2. Programa para la Industria de Defensa Europea: acordado el 16 de octubre de 2025. Cuenta con 1.500 millones de € en subvenciones para impulsar la industria europea de la defensa.
 3. Movilidad militar con 1.760 millones de € para que las fuerzas armadas puedan desplazarse más rápidamente.
 4. Producción de municiones con 500 millones de € para reforzar la producción de municiones.
 5. Adquisiciones en común en el ámbito de la defensa. Se trata de un instrumento temporal de 310 millones de €, que entró en vigor el 18 de octubre de 2023 dirigido a incentivar a los Estados miembros para que adquieran conjuntamente productos de defensa y así aumentar las economías de escala.
 6. Simplificación de las normas y procedimientos en el sector de la defensa que se trata de un paquete ómnibus de preparación en materia de defensa para simplificar el marco jurídico y administrativo en el sector de la defensa.
 7. Modificaciones de los programas de financiación de la UE existentes. Recientemente, el pasado 5 de noviembre de 2025, el Consejo y el Parlamento llegaron a un acuerdo para incentivar las inversiones relacionadas con la defensa con cargo al presupuesto de la UE. Estas medidas responden al Plan ReArmar Europa / Preparación 2030, iniciativa propuesta por la CE en el primer semestre de 2025 con el objetivo de impulsar la preparación y la inversión europea en materia de defensa y pretenden propiciar unas inversiones **más rápidas, flexibles y coordinadas** en la base tecnológica e industrial de la defensa europea.
- Con las nuevas normas se modificarán cinco programas existentes de financiación de la UE:

⁸ <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/defence-funding/>

- el programa Europa Digital,
- el Programa Horizonte Europa,
- el Fondo Europeo de Defensa,
- el Mecanismo «Conectar Europa»,
- la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP)

Resultados Programa Marco UE en materia de Seguridad (2007-2023)

El Programa Marco de la UE en materia de seguridad entre los años 2007 a 2023 ha financiado un total de 762 proyectos con la participación de más de 5.000 entidades. Esto ha supuesto más de 3.500 millones de euros. Este presupuesto supone el 50% del presupuesto total europeo dedicado a la I+D+i en Seguridad.

Las temáticas de estos proyectos estaban orientadas a:

- Disaster Risk Reduction
- Border Security
- Infrastructure Protection
- Fighting crime and Terrorism
- Cybersecurity

Y tenían el objetivo principal de fortalecer la investigación e innovación en seguridad.

Anexo 3 Tendencias en biotecnología para el ámbito de la defensa – OTAN

Las áreas de investigación en este ámbito que son de interés potencial para la OTAN son las siguientes:

1. Guerra biológica y salud

Áreas específicas de interés:

1. Nuevas tecnologías para detección/identificación de patógenos y amenazas CBRN.
2. Interrumpir procesos patofisiológicos de agentes biológicos
3. Nuevas clases de medicamentos (p.e. rendimiento y antibióticos)
4. Prevención de enfermedades
5. Biometría
6. Curación de heridas y regeneración

El desarrollo de contramedidas médicas puede combinar desarrollos en bioinformática, biosensores, aumento humano y biología sintética. Algunos ejemplos:

- Predicción y detección de riesgos biológicos/enfermedades
- Desarrollo rápido de contramedidas CBRN
- Mejora de la rehabilitación a través de interfaces neuronales
- Prótesis robóticas
- Diagnóstico y tratamientos frente a daño cerebral traumático y estrés postraumático.

Se menciona específicamente las bajas en combate con ejemplos como los biosensores, la bioinformática, la monitorización remota, la biología molecular y celular, la IA para diagnóstico rápido, las técnicas y herramientas quirúrgicas, y nuevos tejidos para identificar y tratar daños e infecciones.

2. Genética y microbiología

La ingeniería genética y la biología sintética se identifican como tecnologías que pueden proporcionar nuevas capacidades e influir al ámbito de la defensa.

3. Bioingeniería y biofabricación

Biofabricación de productos químicos y nuevos materiales de uso militar.

Algunas aplicaciones de interés:

- Biomateriales para construcción de instalaciones reduciendo la necesidad de trasportar materiales y disponer de equipamiento pesado.
- Uso de biotecnología para mantener instalaciones, plataformas y equipamiento: bioincurstaciones y biofilms en naves marítimas.
- Xenobots para fabricación a escala nanométrica.
- Biosensores vivos: Sensores persistentes acuáticos o terrestres, monitorización CBRN

4. Biología de sistemas y bioinformática

Áreas de interés particular:

- Sensores biológicos CBRN
- Biología computacional

Algunos ejemplos de biosensores:

- Nanosensores en ropa para detectar agente CBRN
- Monitorización del tratamiento (p.e. diabete)
- Biosensores fotónicos
- Tatuajes para monitorizar estrés fisiológico o cognitivo
- Sensores para detectar explosivos y agentes químicos de guerra

Combinación de biosensores y bioinformática para:

- Cuidado y diagnóstico predictivo de bajas.
- Readiness operativo: sobreentrenamiento, deficiencias nutricionales, inmunocapacidad, salud cardíaca y daño musculoesquelético.
- Evaluación de exposición CBRN

5. Mejora humana

En los distintos planos:

- Mejora cognitiva: P.e mejora cognitiva fisiológica o farmacológica.
- Mejora social
- Rendimiento físico: Fármacos, exoesqueletos.
- Simbiosis humano-máquinas

Con el objetivo de mejorar las capacidades humanas y expandir significativamente las fronteras del rendimiento humano.

Este apartado es un resumen del Informe, *Science & Technology Trends 2023-2043 Across the Physical, Biological, and Information Domains, NATO Science & Technology Organization, VOLUME 2: Analysis* disponible en este enlace:

https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2023/3/pdf/stt23-vol2.pdf

Anexo 4 Productos y tecnologías considerados de uso dual según Reglamento 2021/821

- 1C351: **Patógenos para los humanos y los animales, y "toxinas", según se indica:**
 - 1C351a.: Virus, bien naturales, potenciados o modificados, o en forma de "cultivos vivos aislados" o como material que incluya materia viva que haya sido deliberadamente inoculado o contaminado con estos cultivos, de entre un listado de 59 virus.
 - 1C351c.: Bacterias, bien naturales, potenciadas o modificadas, o en forma de "cultivos vivos aislados" o como material que incluya materia viva que haya sido deliberadamente inoculado o contaminado con estos cultivos, de entre un listado de 22 bacterias.
 - 1C351d.: Toxinas y subunidades de toxinas de las mismas, de entre un listado de 19 toxinas. (incluye una exclusión para toxina botulínica y conotoxinas formuladas para uso médico).
 - Hongos, bien naturales, potenciados o modificados, o en forma de "cultivos vivos aislados" o como material que incluya materia viva que haya sido deliberadamente inoculado o contaminado con estos cultivos, de dos especies concretas.
- 1C353: **Elementos genéticos' y 'organismos modificados genéticamente', que incluyan elementos genéticos que codifiquen para:**
 - Todo gen o genes específicos de cualquiera de los virus especificados en los subartículos 1C351.a o 1C354.a
 - Todo gen o genes específicos de cualquier bacteria especificada en los subartículos 1C351.c o 1C354.b, o de los hongos especificados en los subartículos 1C351.e o 1C354.c, y que presenten cualquiera de las siguientes características:
 - que por sí solos o a través de sus productos transcritos o traducidos represente un peligro considerable para la salud humana, animal o vegetal, o
 - que puedan 'conferir o aumentar la patogenicidad', o
 - Cualquiera de las "toxinas" especificadas en el subartículo 1C351.d o "subunidades de toxina" de las mismas.
- 1C354: **Patógenos para los vegetales**, según se indica:
 - 1C354a: Virus, bien naturales, potenciados o modificados, o en forma de "cultivos vivos aislados" o como material que incluya materia viva que haya sido deliberadamente inoculado o contaminado con estos cultivos, de dos virus de la patata
 - 1C354b: Bacterias, bien naturales, potenciadas o modificadas, o en forma de "cultivos vivos aislados" o como material que haya sido deliberadamente inoculado o contaminado con estos cultivos, de 5 virus vegetales.
 - 1C354c: Hongos, bien naturales, potenciados o modificados, o en forma de "cultivos vivos aislados" o como material al que se hayan inoculado deliberadamente estos cultivos o que haya sido contaminado con ellos, de 11 virus vegetales.
- 2B352: **Equipos de fabricación y manipulación de materiales biológicos**, según se indica:
 - 2B352a: Instalaciones de confinamiento y equipos relacionados con ellas como instalaciones completas de confinamiento de niveles de confinamiento P3 o P4 (BL3, BL4, L3 o L4, equipos diseñados para elementos fijos en las instalaciones de confinamiento anteriores como Autoclaves de descontaminación intercomunicados de puerta doble, duchas de descontaminación para personas que lleven un traje con equipo de respiración, y puertas de tránsito con juntas de estanqueidad mecánicas o hinchables.

- 2B352b: Fermentadores capaces de cultivar "microorganismos" o células vivas para la producción de virus o toxinas que tengan un volumen interior total mínimo de 20 litros, componentes diseñados para los fermentadores especificados como cámaras de cultivo, dispositivos de sujeción de las cámaras de cultivo y unidades de control de procesos.
- 2B352c: Separadores centrífugos, aptos para una separación continua, que posean todas las características siguientes: Velocidad de flujo superior a 100 litros por hora, componentes de acero inoxidable pulido o titanio, una o varias juntas de estanqueidad dentro de la zona de confinamiento del vapor, y capacidad de esterilización por vapor in situ estando cerrados.
- 2B352d: Equipos de filtración de flujo cruzado (tangencial) capaces de separar "microorganismos", virus, toxinas o cultivos de células, que reúnan todas las características siguientes: Una superficie de filtración total igual o superior a 1 m², que posean cualquiera de las siguientes características, que ofrezcan la posibilidad de esterilización o desinfección in situ, o que utilicen componentes de filtración desechables o de un solo uso. Componentes para este tipo de equipos.
- 2B352e: Equipos de liofilización esterilizables por vapor o por gas, con una capacidad del condensador igual o superior a 10 kg de hielo en 24 horas e inferior a 1 000kg de hielo en 24 horas.
- 2B352f: Equipo protector y de confinamiento, según se indica:
 - Trajes de protección, totales o parciales, o con capuchas dependientes de un suministro de aire externo unido al traje y que funcionen bajo una presión positiva
 - Cámaras de contención biológica, aislantes o cámaras de seguridad biológica que reúnan todas las características siguientes en funcionamiento normal: Espacio de trabajo completamente cerrado en el que el operador esté separado del trabajo por una barrera física, capacidad de funcionar con presión negativa, posibilidad de manipular productos con seguridad en el espacio de trabajo, aire de entrada y salida del espacio de trabajo filtrado mediante un filtro HEPA.
- 2B352g: Equipo de inhalación de aerosoles diseñados para ensayos de ataque de aerosoles con "microorganismos", virus o "toxinas", que reúnan las siguientes características: Cámaras de exposición de cuerpo entero con una capacidad igual o superior a 1 m³, dispositivo de exposición solo por la nariz mediante flujo de aerosol dirigido y con capacidad de exposición suficiente para doce o más roedores, o dos o más animales que no sean roedores, tubos cerrados de sujeción de animales diseñados para ser usados con dispositivos de exposición como los anteriores.
- 2B352h: Equipos de secado por pulverización capaces de secar toxinas o "microorganismos" patógenos, que posean todas las características siguientes: capacidad de evaporación del agua $\geq 0,4$ kg/hora y ≤ 400 kg/hora, capacidad de generar partículas de producto de un tamaño medio $\leq 10 \mu\text{m}$ con los equipos existentes o con una modificación mínima del secador por pulverización, y con posibilidad de esterilización o desinfección in situ
- 2B352i: Ensambladores y sintetizadores de ácido nucleico, parcial o enteramente automatizados y diseñados para generar ácidos nucleicos continuos de longitud superior a 1,5 kilobases con tasas de error inferiores al 5 % en un único desplazamiento.

En cuanto al RD 679/2014, este establece el régimen de control del comercio exterior tanto de productos y tecnologías de doble uso como el del material de defensa y de

otros materiales. Por tanto, a los efectos del análisis incluimos aquellos productos tanto de defensa como duales que están relacionados con el ámbito de la biotecnología:

- **Anexo I.1: Material de Defensa en general.** Relacionados con el ámbito de la biotecnología destacan:
 - **ML7 Agentes químicos, "agentes biológicos", "agentes antidisturbios", materiales radiactivos, equipo relacionado, componentes y materiales, según se indica:**
 - ML7a. "Agentes biológicos" o materiales radiactivos seleccionados o modificados a fin de aumentar su eficacia para producir bajas en la población o en los animales, degradar equipos o dañar las cosechas o el medio ambiente.
 - ML7b. Agentes para la guerra química ...
 - ML7e. Equipos diseñados especialmente o modificados para uso militar, diseñados o modificados para la diseminación del ML7a, entre otros.
 - ML7f. Equipos de protección y descontaminación, diseñados especialmente o modificados para uso militar, componentes y mezclas químicas, frente a ML7a, entre otros.
 - ML7g. Equipos diseñados especialmente o modificados para uso militar, diseñados o modificados para la detección o identificación de los materiales especificados en 7.a, entre otros.
 - ML7h. "Biopolímeros" diseñados especialmente o tratados para la detección o identificación de agentes para la guerra química especificados en el subartículo 7.b, y los cultivos de células específicas utilizadas para su producción;
 - ML7i. "Biocatalizadores" para la descontaminación o la degradación de agentes para la guerra química, y sistemas biológicos incluidos en ML7a. y ML7b.
 - 12. Sistemas biológicos que contengan la información genética específica para la producción de los "biocatalizadores" especificados anteriormente como "Vectores de expresión", Virus y Cultivos de células
 - **ML22 – Tecnología**
 - 5. 5. "Tecnología" "necesaria" exclusivamente para la incorporación de los "biocatalizadores" especificados en el subartículo 7.i.1, en las sustancias portadoras militares o materiales militares.
- **ANEXO III.3 - Listas de productos y tecnologías de doble uso sometidos a control en la importación y/o introducción**
 - Lista de productos de doble uso incluidos en la convención sobre la prohibición del desarrollo, producción y el almacenamiento de armas bacteriológicas (biológicas) y sobre su destrucción:
 - a. Bacterias: *Bacillus anthracis*, *brucella abortus*, *brucella melitensis*, *brucella suis*, *burkholderia (pseudomonas) mallei*, *burkholderia (pseudomonas) pseudomallei*, *coxiella burnetti*, *francisella tularensis*, *vibrio cholerae* y *yersinia pestis*.
 - b. Virus: *Ebola*, *encefalitis equina de Venezuela*, *encefalitis vector/garrapata*, *fiebres hemorrágicas* y *fiebre amarilla*, *guanarito*, *hantaan*, *junín*, *lassa*, *maburg*, *machupo*, *mycobacterium tuberculosis*, *nipah*, *sabia*, *viruela*.
 - c. Toxinas: *Botulínica*, *del clostridium perfringens*, *enterotoxina B de staphylococcus*, *ricina*, *saxitoxina*, y *T-2 micotoxinas*.