



Revista Científica General José María Córdova

ISSN: 1900-6586

ISSN: 2500-7645

Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova"

Espitia Cubillos, Anny Astrid; Agudelo Calderón, Jairo Andrés; Buitrago Suescún, Óscar Yecid  
Innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo: una revisión preliminar

Revista Científica General José María Córdova,  
vol. 18, núm. 29, 2020, Enero-Marzo, pp. 213-235  
Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova"

DOI: <https://doi.org/10.21830/19006586.537>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476268162010>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

UDEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto



## Revista Científica General José María Córdova

(Revista colombiana de estudios militares y estratégicos)

Bogotá D.C., Colombia

ISSN 1900-6586 (impreso), 2500-7645 (en línea)

Web oficial: <https://www.revistacientificaesmic.com>

## Innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo: una revisión preliminar

### Anny Astrid Espitia Cubillos

<https://orcid.org/0000-0002-4791-0250>

[anny.espitia@unimilitar.edu.co](mailto:anny.espitia@unimilitar.edu.co)

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia

### Jairo Andrés Agudelo Calderón

<https://orcid.org/0000-0002-6331-7190>

[jairo.agudelo@buzonejercito.mil.co](mailto:jairo.agudelo@buzonejercito.mil.co)

Escuela de Caballería - Ejército Nacional, Bogotá D.C., Colombia

### Óscar Yecid Buitrago Suescún

<https://orcid.org/0000-0002-5064-3624>

[oscar.buitrago@unimilitar.edu.co](mailto:oscar.buitrago@unimilitar.edu.co)

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia

**Citación:** Espitia Cubillos, A., Agudelo Calderón, J., & Buitrago Suescún, Ó. (2020). Innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo: una revisión preliminar. *Revista Científica General José María Córdova*, 18(29), 213-235. <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.537>

**Publicado en línea:** 1 de enero de 2020

Los artículos publicados por la *Revista Científica General José María Córdova* son de acceso abierto bajo una licencia Creative Commons: Atribución - No Comercial - Sin Derivados.



**Para enviar un artículo:**

<https://www.revistacientificaesmic.com/index.php/esmic/about/submissions>



Miles Doctus



**Revista Científica General José María Córdova**  
(Revista colombiana de estudios militares y estratégicos)  
Bogotá D.C., Colombia

Volumen 18, Número 29, enero-marzo 2020, pp. 213-235  
<http://dx.doi.org/10.21830/19006586.537>

---

## Innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares de los países del mundo: una revisión preliminar

---

Technological innovations in the world's military forces: a preliminary review

**Anny Astrid Espitia Cubillos y Óscar Yecid Buitrago Suescún**

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia

**Jairo Andrés Agudelo Calderón**

Escuela de Caballería - Ejército Nacional, Bogotá D.C., Colombia

**RESUMEN.** Las fuerzas militares están a la vanguardia de las innovaciones tecnológicas, lo que les permite ejercer mayor control, protección y seguridad en el territorio. Este artículo presenta una revisión preliminar de los avances tecnológicos en el mundo, mediante la exploración de las noticias en las páginas web oficiales de cada país. La información recolectada fue categorizada en 18 áreas para identificar tendencias. Las innovaciones brindan herramientas técnicas eficaces para el cumplimiento de las misiones. Las categorías de vehículos, armas (de corto y largo alcance) y defensa son las más avanzadas, seguidas por las de aeronaves, comunicación, entrenamiento y logística; en las áreas de robots, sensores y ciberseguridad se pronostica crecimiento. Países como Rusia, China y Estados Unidos cuentan con mayor número de innovaciones, capital humano y económico, los demás pueden catalogarse como seguidores.

**PALABRAS CLAVE:** cambio tecnológico; defensa; fuerzas armadas; innovación tecnológica; páginas web; tendencias

**ABSTRACT.** Military forces are at the forefront of technological innovations; this allows them to exercise greater control, protection, and security in the territory. This article presents a preliminary review of the worldwide technological advances by examining the news in each country's official web pages. The information collected was categorized into 18 areas to identify trends. These innovations provide effective technical tools for mission fulfillment. The most advanced categories are vehicles, weapons (short and long-range), and defense, followed by aircraft, communication, training, and logistics. Growth is forecasted in the areas of robots, sensors, and cybersecurity. Countries such as Russia, China, and the United States have more innovations, and human and economic capital, the others can be classified as followers.

**KEYWORDS:** armed forces; defense; technological innovation; technological shift; trends; web pages

Sección: INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA • Artículo de investigación científica y tecnológica

Recibido: 8 de octubre de 2019 • Aceptado: 6 de diciembre de 2019

---

**CONTACTO:** Anny Astrid Espitia Cubillos ✉ [anny.espitia@unimilitar.edu.co](mailto:anny.espitia@unimilitar.edu.co)

## Introducción

En los últimos años, instituciones académicas e industrias se han preocupado por mantenerse actualizados con temas de innovación en su respectiva área, con el fin de responder a la demanda y competitividad del mercado y, así, mantener su nivel productivo y aumentar sus capacidades para afrontar los retos que se les presenta. Richardson (2018), por ejemplo, afirma que el sector militar ha venido evolucionando en su armamento y tecnología con el fin de responder eficazmente a los conflictos y amenazas que afronta su país. En todos los entornos de combate se ha incursionado en avances tecnológicos que fortalecen el éxito de las misiones y la toma de decisiones oportunas del alto mando, para lo cual se debe contar con el respaldo de herramientas que aceleren el proceso.

El mayor precursor de las innovaciones es la necesidad de cambio en todas las direcciones; sin embargo, sus orígenes, según Jordán (2017), pueden ser definidos y abreviados de la siguiente manera: los cambios de estrategia impulsados por el nivel político del Estado, la emulación de ejércitos de otros países, las rivalidades interejércitos, las nuevas necesidades y capacidades del enemigo, la competición interna entre especialidades y unidades de los ejércitos, los factores de índole cultural que involucran la sociedad y las fuerzas armadas, el aprendizaje organizacional y los avances tecnológicos que interactúan con otros sistemas con nuevos desarrollos doctrinales. De acuerdo con Richardson (2018), la revolución tecnológica militar ha llevado a la creación de nuevos modelos de operación, integrando medios militares y funciones de aplicaciones sistemáticas en asuntos estratégicos; dado que la administración eficiente de la información que impulsa el éxito de las estrategias también favorece el de las misiones de seguridad y defensa de las naciones.

Dentro de los proyectos de innovación e implementación de nuevos avances, la tecnología es un factor material imprescindible, ya que actúa a menudo como catalizador que debe de ser acompañado y direccionado con procesos adecuados para el cumplimiento de los objetivos. Cebollero (2019) señala que en las fuerzas armadas es importante que los proyectos de innovación sean fundamentados desde los ámbitos sociales, tecnológicos y doctrinales, integrándolos de forma colaborativa con un equipo de líderes y organizaciones que se orienten a la satisfacción de las necesidades en defensa de una nación.

## Metodología

En este artículo se presentan las diferentes tendencias que se desarrollan actualmente en las fuerzas armadas de todo el mundo; su identificación se realizó mediante una revisión minuciosa de las publicaciones disponibles en las páginas web oficiales de los distintos ejércitos en la sección de noticias, donde se cuenta con la información estatal confiable relacionada con los avances tecnológicos aplicados en la industria militar, entre otros. Se consultaron una a una las páginas web de todos los ejércitos del mundo, sin embargo, solo se encontraron reportes de al menos una innovación militar en 62 países diferentes.

Posteriormente, la información encontrada se clasificó por continente según las categorías de los tipos de desarrollos tecnológicos, con el objeto de identificar las tendencias actuales y la influencia de su ubicación. Es importante puntualizar que es posible que existan otros tipos de desarrollos que no son divulgados por los ejércitos en sus sitios web por motivos de seguridad nacional y de protección de las invenciones en proceso, entre otros, por tanto, no son considerados en este estudio.

Para ello se tiene en cuenta que el término innovación se emplea en diferentes entornos y su concepto cambia con el campo de aplicación; sin embargo, puede generalizarse como el avance o mejora de tecnología que cumpla con determinado objetivo (Uribe Gómez, 2019). En el sector militar, Jordán (2015) menciona que la innovación es un cambio integral que afecta todos los ámbitos militares (operaciones, entrenamiento y doctrina), y se caracteriza por la cultura en la que se hacen desarrollos consecuentes con los objetivos, las estrategias y los modos de operar de los ejércitos. La diferencia entre innovación militar o la netamente tecnológica es que la primera da lugar a una ventaja competitiva y la segunda da impulso a numerosas innovaciones militares (Jordán, 2015).

## Revisión de innovaciones tecnológicas en las fuerzas militares del mundo

Alrededor del mundo, las guerras han llevado a las fuerzas armadas a estar en constante cambio tanto en la detección de amenazas como en la forma de combatir las, cumpliendo su objetivo de defender la soberanía de su país empleando las innovaciones tecnológicas como una herramienta para el cumplimiento de su misión.

Dentro de las innovaciones que reportan los ejércitos del mundo se encuentra la categoría de *información*, en la que países como Colombia trabajan en soluciones de imágenes de multimisión por medio de cámaras de cuadro térmico que proporcionan a los sistemas de vigilancia multisensores infrarrojos con el fin de mejorar la búsqueda y rescate, reconocimiento e identificación de objetivos, vehículos aéreos no tripulados y protección de la fuerza, así como para apoyar misiones antinarcóticos y antinsurgentes (Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia, 2019). Otros países que también incursionan en esta área otorgando información importante para la toma de decisiones y el alcance de las misiones son Albania (Albania Armed Forces, 2019), Dinamarca (Danish Ministry of Defence, 2019) y Nueva Zelanda (New Zealand, 2019).

En el área ambiental Albania ha realizado limpiezas de sus antiguas plantas de baterías (antiguo Instituto de Estudios Tecnológicos de Construcción) con expertos militares de Estados Unidos, usando la última tecnología en el campo de materiales tóxicos y químicos para la limpieza de desechos químicos (Albania Armed Forces, 2019). Además, en Guatemala las fuerzas militares emplean tecnología para purificar agua de ríos y mares, utilizando un mecanismo de trampa de grasas y filtración por columnas con membra-

nas, beneficiando a la población aledaña que no cuenta con agua potable (Ejército de Guatemala, 2019).

Respecto a la categoría de *defensa*, la mayoría de los países involucran nueva tecnología que permite salvaguardar la seguridad de la nación. En esta área se destaca el trabajo de las Fuerzas Armadas de Bélgica quienes, con la integración de la última generación de módulos electrónicos provenientes de la gama e-novación, constituyen una de las unidades de control FN FCU Mk3 que ofrece una solución completa de mira y puntería para lanzadores de granadas —calculando su trayectoria y proporcionando un punto de puntería ajustado en todas las condiciones— (Defensie, 2019). También las Fuerzas de Defensa de Finlandia han desarrollado un exitoso sistema de defensa aérea de corto alcance, integrado con la última cámara termográfica compacta de alto rendimiento, Catherine XP; el modo optrónico de este sistema proporciona apoyo al operador para la toma de decisiones en una amenaza aérea, y su incorporación aumenta el rendimiento en combate; se beneficia, además, con la detección de fotos por infrarrojos, y su pequeño tamaño facilita la instalación en la mayoría de las vistas, incluidos los vehículos blindados ligeros (Puolustusvoimat, 2019).

Por su lado, Japón ha adoptado un enfoque por capas para la defensa de misiles balísticos, debido a los vuelos más largos realizados por Corea del Norte sobre esta nación, desplegando los Aegis de alta tecnología a bordo de los destructores en el mar para atacar misiles en el espacio, y los interceptores Patriot Advanced Capability terrestres (Ministry of Defence of Japan, 2019). Estados Unidos ha incursionado en el desarrollo de aviones no tripulados Parrot, creando un prototipo de la próxima generación estos dispositivos de vigilancia de unidades pequeñas. Por medio de la Unidad de Innovación de Defensa (DIU) se pretende adaptar pequeños drones comerciales para el campo de batalla (US Dept of Defense, 2019).

También otras naciones han innovado en esta área que día a día ha tomado más importancia en la defensa del espacio aéreo, a saber: Albania (Albania Armed Forces, 2019), Croacia (Ministry of Defence of the Republic of Croatia, 2019), Italia (Ministry of Defence of Italy, 2019), Lituania (Lithuanian Armed Forces, 2019), Noruega (Norwegian Armed Forces, 2019), Países Bajos (Defensie.nl, Latest, 2019), Polonia (Wojsko Polskie, 2019), República Checa (Ministry of Defence & Armed Forces, 2019), Rumania (Ministry of National Defence, 2019b), Rusia (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019), Suecia (Swedish Armed Forces, 2019), Suiza (Swiss Armed Forces, 2019), Ucrania (Ministry of Defence of Ukraine, 2019), Australia (Australian Government - Department of Defence, 2019), Nueva Zelanda (New Zealand, 2019), Afganistán (National Defense Minister of Afghanistan, 2019), República Popular de China (Ministry of National Defense of the People's Republic of China, 2019), Corea del Sur (United States Forces Korea, 2019), Emiratos Árabes Unidos (United Arab Emirates Ministry of Defence, 2019), Filipinas (Armed Forces of the Philippines, 2019), Georgia (Ministry of Defence Georgia, 2019), India (Indian Army, 2019), Malasia (Kementerian Pertahanan Malaysia,

2019), Vietnam (Ministry of National Defence - Socialist Republic of Vietnam, 2019), Argelia (Ministry of National Defence, 2019a), Gabón (Army Technology, 2019d), Mali (Army Technology, 2019j), Marruecos (Army Technology, 2019k), Sudáfrica (Defence Republic of South Africa, 2019), Argentina (Ministerio de Defensa de Argentina, 2019), Brasil (Ministério da Defesa, 2019) y Uruguay (Ministerio de Defensa Nacional, 2019).

Dentro de la protección del espacio aéreo de las naciones, las tendencias se encuentran en los vehículos aéreos no tripulados, aeronaves con nuevas armas y visores que permiten al operador alcanzar objetivos con mayor facilidad y eficacia. Por ejemplo, Alemania cuenta con el Airbus A310 que puede entregar hasta 45 toneladas de combustible, funcionando como estación de servicio provisional para otras aeronaves; además de transportar personas, materiales y combustible (Bundeswehr, 2019). También, se reportan trabajos conjuntos en innovación aérea entre los países con el fin de combatir el enemigo, así el Ministerio de Defensa de Camerún, junto con el gobierno ruso, emplea el helicóptero multipropósito Mi-8 / Mi-17 Hip, diseñado con dos motores *turboshaft* TV3-117BM, diez ametralladoras de gran calibre, gafas de visión nocturna, cuatro casetes externos con 20 misiles no guiados y doble turbina; para el transporte de carga, el ataque aire-superficie, apoyo de tropas, operaciones de búsqueda, evacuación médica y rescate en combate (Army Technology, 2019b).

Por otro lado, Estados Unidos emplea un sistema controlador de automatización programable para vehículos no tripulados, el cual proporciona requisitos ambientales (probados de -40 a 85 °C) y de resistencia física (50G de choque, 5G de vibración) y permite la instalación de entre 6 y 12 placas según el estilo del chasis (US Dept of Defense, 2019). Las aplicaciones de este tipo de avances tecnológicos pueden variar dependiendo de las necesidades y las tendencias de *software*, controladores, sensores y diseño del vehículo, entre otros.

Algunos de los países que también presentan innovaciones en esta área son Bulgaria (Ministry of Defence of the Republic of Bulgaria, 2019), España (Ministerio de Defensa del Gobierno de España, 2019), Irlanda (Óglaigh na hÉireann - Irish Defence Forces, 2019), Países Bajos (Defensie.nl, 2019), Polonia (Wojsko Polskie, 2019), Australia (Australian Government - Department of Defence, 2019), Arabia Saudita (United Arab Emirates Ministry of Defence, 2019), Corea del Sur (United States Forces Korea, 2019), Georgia (Ministry of Defence Georgia, 2019), India (Indian Army, 2019), Indonesia (Army Technology, 2019g), Jordania (Jordan Armed Forces - Arab Army, 2019), Argelia (Ministry of National Defence, 2019a), Ghana (Army Technology, 2019e), Kenia (Army Technology, 2019i), Marruecos (Army Technology, 2019k), Nigeria (Army Technology, 2019l), Sudán del Sur (Army Technology, 2019p), Argentina (Ministerio de Defensa, 2019), Brasil (Ministério da Defesa, 2019), Colombia (Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia, 2019), Ecuador (Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Ecuador, 2019), Honduras (Secretaría de Defensa Nacional, 2019), México (Gobierno de México, 2019) y Venezuela (Ministerio del Poder Popular para la Defensa, 2019).

En cuanto a la categoría de *energía*, dos países europeos presentan sus avances tecnológicos. Alemania desarrolla temas de seguridad energética y las necesidades en el área de las fuerzas armadas en acción: los soldados de las misiones tienen un peso de hasta ocho kilogramos de baterías diferentes para diversas aplicaciones tecnológicas en sus equipajes (Bundeswehr, 2019). Sin embargo, este ámbito no solo presenta retos en aumentar su capacidad militar en la sostenibilidad, agilidad y reducción del uso de las baterías, sino que también debe enfocarse en los requerimientos que se presentan en los campamentos de zonas de combate que no cuentan con fuentes de energía de fácil acceso. Las nuevas aplicaciones potenciales, como el uso de ingredientes activos, agentes de protección que consumen menor voltaje o el uso de sistemas muy pequeños son algunas de las innovaciones que se desarrollan en este ámbito. Cabe añadir, que Hungría también ha incursionado en este ámbito con diferentes modos de ahorro de energía (Website of the Hungarian Government, 2019).

Los robots son creados para múltiples aplicaciones que benefician la defensa de todos los pueblos y sectores económicos. Así, en los sectores del petróleo y gas susceptibles a ataques terroristas en los países del Medio Oriente, se han implementado los robots Mega en la defensa y protección de las grandes infraestructuras industriales de Arabia Saudita, demostrando su gran utilidad para proteger la industria del petróleo y el gas, las centrales eléctricas y el tratamiento de aguas residuales. El uso de la robótica ha aumentado en los últimos años. En un ejercicio en Alemania se utilizaron robots para quebrantar un ejercicio conjunto de las fuerzas estadounidenses y británicas, se involucraron equipos controlados a distancia para despejar el camino a los combatientes, con apoyo de tanques y vehículos de combate; los sistemas no tripulados deshabilitaron las minas terrestres y construyeron un puente terrestre que permite a la infantería navegar por una zanja de tanques (Army Technology, 2018). Entre otros países que incursionan en esta área se encuentran Alemania (Bundeswehr, 2019), Bélgica (Defensie, 2019), Angola (Maka Angola, 2019) y Camerún (Army Technology, 2019b).

Las *armas* son una de las categorías en innovación tecnológica en que más invierten los ministerios de defensa en los países. En Croacia, la empresa Kongsberg Group junto con el gobierno suministraron estaciones remotas de armas, las cuales cuentan con un sistema, probado en combate, integrado por una plataforma de disparo estabilizado, un sistema de control de incendios y mandos de control. Este sistema está diseñado para mejorar la protección de las tropas y las capacidades en el cumplimiento de sus misiones; además, permite la manipulación del disparo a distancia, proporcionando mayor seguridad en el campo de batalla (Ministry of Defence of the Republic of Croatia, 2019). Por otro lado, Israel tiene un sistema automático de cañones autopropulsados de Elbit Systems, desarrollados tras años de experiencia en el suministro de sistemas de artillería a las fuerzas armadas de varios países. Este avance tecnológico en armas tiene la capacidad de elegir automáticamente el proyectil, el propulsor y el fusible, permitiendo el acopla-

miento óptimo del objetivo y colocando el arma automáticamente según sea necesario para la misión. Esta tecnología reduce la cantidad de soldados necesarios para operar el sistema y disminuye los costos del ciclo de vida (Israel Defence Forces, 2019). Dentro de los diez más destacados de los países que realizaron más exportaciones en el 2018 se encuentran, en orden descendente, Estados Unidos, Rusia, Francia, Alemania, España, Corea del Sur, China, Reino Unido, Israel e Italia (Army Technology, 2019ñ).

La metodología de entrenamiento de los soldados para la batalla conlleva una serie de avances tecnológicos que permiten prepararlos para enfrentar los retos que se les presenten durante las misiones, así, simuladores o entrenamientos guiados por otros países expertos enriquecen la formación profesional de las fuerzas armadas. Lituania y el Ministerio Federal de Defensa de Alemania han colaborado con la modernización del Área de Entrenamiento General Silvestras Zukauskas en Pabradė; las contribuciones han logrado obtener un sistema móvil de elevación de objetivos para el entrenamiento de tanques y equipos blindados de fuego en vivo durante la maniobra (Lithuanian Armed Forces, 2019; Bundeswehr, 2019). También, el Comando de Doctrina y Entrenamiento del Ejército de Bangladesh ha recibido un *software* de entrenamiento de simulación constructiva totalmente personalizado (SWORD) y un centro de juegos de guerra computarizados para el entrenamiento de los efectivos que contiene puestos de mando desde nivel de batallón hasta de división. Bangladesh adoptó el potencial pedagógico completo de SWORD como una herramienta de simulación, lo que ha permitido que su ejército tenga un sólido compromiso para capacitar, educar y mantener personal especializado, además cuenta con un formato totalmente personalizado según los requerimientos de la fuerza militar (Lithuanian Armed Forces, 2019). Países como Alemania (Bundeswehr, 2019), Bélgica (Defensie, 2019), Bulgaria (Ministry of Defence of the Republic of Bulgaria, 2019), Países Bajos (Defensie.nl, Latest, 2019), Polonia (Wojsko Polskie, 2019), República Checa (Ministry of Defence & Armed Forces, 2019), Arabia Saudita (United Arab Emirates Ministry of Defence, 2019), Bangladesh (Bangladesh Army, 2019), Egipto (Egyptian Armed Forces, 2019), Indonesia (Army Technology, 2019g), Irak (Army Technology, 2019h), Vietnam (Ministry of National Defence, 2019c), Guinea (Army Technology, 2019f) y Sudáfrica (Defence Republic of South Africa, 2019) también trabajan en nuevas técnicas de juegos de guerra para desarrollar las capacidades de los soldados.

La *ciberseguridad* es otra de las áreas que ha tomado gran importancia en las políticas estatales los últimos años, debido a la relevancia de prevenir este tipo de ataques de manera efectiva, para lo cual se requieren habilidades y herramientas cibernéticas que aseguren la información. Aunque la mayoría de estos sistemas de protección cibernética tienen repercusiones inmateriales, es necesario que la manipulación de *software*, datos e información cuente con un método estratégico de contingencia ante cualquier agresión. Además, las guerras han pasado de un plano físico a uno virtual, con la creación de nuevos avances que defienden y atacan a la soberanía virtual de una nación. Por ejemplo,

Alemania aplicó medidas cibercoercitivas contra Estonia, donde observó una disminución del desempeño de los comandantes, tropas y armas, utilizando la extensión de la “niebla de guerra”, para generar indecisión y reducción de la reactividad del oponente. Esta estrategia funciona gracias a que las armas modernas requieren *software* y su interrupción puede afectar negativamente su capacidad para funcionar: interrumpir redes, armas y estructuras de comando de un atacante proporciona beneficios significativos para la defensa (Bundeswehr, 2019).

Otro ámbito en el que la ciberseguridad se muestra en las investigaciones de espionaje realizadas por Recorded Future y su socio de inteligencia Team Cymru es aquella en la que recopilan datos para determinar la conexión entre la actividad cibernética de Corea del Norte y los lanzamientos de pruebas de misiles. En ella se encontró que monitorear el tráfico de internet de este país es de poca utilidad, ya que no tiene relación con su comportamiento militar y específicamente con la actividad de estos lanzamientos de misiles (Army Technology, 2019m). Los países que incursionan en esta área tecnológica son Austria (Unser Heer, 2019), Bulgaria (Ministry of Defence of the Republic of Bulgaria, 2019), Estonia (Estonian Defence Forces, 2019), Países Bajos (Defensie.nl, 2019), Rusia (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019) y Camboya (Army Technology, 2019a).

Uno de los retos que afrontan los ejércitos es el desminado de terrenos de batalla para salvaguardar la seguridad física de los combatientes y personal civil. En Etiopía, el sistema de remoción de minas livianas Bozena 4, diseñado y fabricado por Way Industry (compañía con sede en Eslovaquia), funciona a control remoto y tienen resistencia a explosiones contra minas antitanque de 9 kg de TNT, logra despejar minas antipersona, antipartículas, de presión y alambradas en áreas con contaminación de alto riesgo y terreno dificultoso como bosques, montañas, a lo largo de plantaciones y obstáculos (Army Technology, 2019c). Por su lado, Austria ha incursionado como pionero en el tema gracias al trabajo del sargento mayor Markus G., quien ha experimentado con tres tipos de equipos: la barridora “Hydrema” y los vehículos MV-4 y MV-10 de DOK-ING, los cuales son unas de las máquinas de limpieza masiva más sofisticadas. Tienen excavadores que perforan el suelo mientras unos apisonadores pesados detonan minas y municiones (Unser Heer, 2019). También, MineWolf Systems, proveedor de servicios de desminado mecánico con sede en Suiza, cuenta con una máquina robusta de remoción de minas controlada a distancia y equipada con un buldócer blindado que pueden levantar árboles de aproximadamente 6 pulgadas, permitiendo el desminado en campos con crecimiento de vegetación; además, puede limpiar minas antitanques y antipersonal con un rendimiento de remoción de 15 000 m<sup>2</sup>/día a 25 000 m<sup>2</sup>/día (Swiss Armed Forces, 2019). Otros países que incursionan en este ámbito son Bielorrusia (Belarus Ministry of Defence, 2019), Croacia (Ministry of Defence of the Republic of Croatia, 2019), Luxemburgo (Lëtzebuerger Arméi, 2019) y Rusia (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019).

En cuanto a las instalaciones militares que se sitúan en zonas de combate y necesitan de toda la indumentaria para que se lleven a cabo las operaciones, las fuerzas armadas de Bélgica emplea un piso fácilmente ensamblado de Bike Track para los refugios que requieren transportabilidad, despliegue rápido, administración de cableado y mantenimiento mínimo, puede soportar altas cargas dependiendo de la superficie y la configuración de esta (Defensie, 2019). Igualmente, en Eslovaquia, la marca NIXUS brinda carpas neumáticas de alta y baja presión para los refugios que emplean contenedores expandibles, carpas de estructura sólida, equipos y accesorios de rescate, producidas y diseñadas por Estados Unidos de acuerdo con las necesidades de tamaño de transporte, tiempo de implementación y confiabilidad. Incluso, ofrecen hospitales de campo, médicos de emergencia o instalaciones temporales con fines industriales (Ministry of Defence of the Slovak Republic, 2019). Por otro lado, en Turquía, Will-Burt Company ha creado el primer Sistema de Bloqueo Remoto del mundo para mástiles neumáticos, solucionando la elevación a largo plazo de una carga útil. Estos han sido de importancia para el despliegue de antenas, platos de microondas y sensores de vigilancia durante años (Turkish Armed Forces, 2019).

La logística juega un papel importante para que las tropas estén preparadas ante cualquier situación. En un trabajo conjunto con las fuerzas militares del país, la empresa SYPAQ y el Centro de Innovación de Defensa Australiano formaron una compañía de innovación para la exploración de conceptos y la demostración de capacidades en este ámbito, reuniendo instituciones de investigación, académicas, industria y tecnología innovadoras (Australian Government - Department of Defence, 2019). Igualmente, en Egipto, el ejército obtendrá transportadores de equipo pesado M1070 y 635NL, remolques de Oshkosh Corporation junto con experiencia técnica capacitada en la fábrica para brindar apoyo en el campo y mejorar la movilidad militar. Los equipos están diseñados para el transporte rápido de tanques, vehículos blindados y cañones autopropulsados; además, tripulación de seis personas (Egyptian Armed Forces, 2019). Otros países que se enfocan en las innovaciones en el área de logística son Bélgica (Defensie, 2019), Luxemburgo (Lëtzebuurger Arméi, 2019), Argelia (Ministry of National Defence, 2019a), Bolivia (Ejército de Bolivia, 2019), Canadá (The Department of National Defence and the Canadian Armed Forces, 2019), Chile (Ministerio de Defensa Nacional - Gobierno de Chile, 2019) y Honduras (Secretaría de Defensa Nacional, 2019).

En la *creación o mejora de materiales*, para las Fuerzas Militares de Bélgica se fabrican productos de acero de alta calidad para la producción de planchas con aplicaciones mineras y militares (material llamado Quardian). Este material puede emplearse en numerosas aplicaciones como puestos de tiro, naves y fragatas para proteger la seguridad del tirador. Además de aplicaciones de seguridad, se utiliza también en edificios protegidos como refugios y casetas de vigilancia, vehículos protegidos contra emboscadas y resistentes a las minas. Las pruebas de protección de Quardian se han llevado a cabo en una amplia gama de laboratorios independientes y acreditados (Defensie, 2019). Por otra parte, en

Polonia se desarrolla un sistema CRT de Soucy, el cual es una estructura 50 % más ligera en comparación con el acero, constituida con una banda de goma con revestimiento continuo, reforzada con diversos materiales compuestos y cable de acero, que reduce el peso, vibración y ruido de los vehículos y beneficia la comunicación con la tripulación y, con ello, la toma de decisiones (Wojsko Polskie, 2019). También, Reino Unido (The British Army, 2019) y Canadá (The Department of National Defence and the Canadian Armed Forces, 2019) han incursionado en este campo.

Finalmente, la *indumentaria* de los soldados es de importancia para soportar diferentes retos en el campo de batalla. En el vestuario, la compañía Prevent & Deloza realiza el diseño y fabricación de prendas de protección para uso militar, proporcionando la defensa efectiva contra peligros ambientales, resistencia al fuego y garantizando la movilidad (puede operar continuamente con altas temperaturas hasta por 20 horas). También ofrece prendas con textiles que protegen al personal médico que trabaja en zonas de combate contra las bacterias y otros contaminantes resistentes a los antibióticos, reduciendo sustancialmente el riesgo de infecciones en estos campamentos que brindan las primeras atenciones médicas a los soldados (Ministry of Defence Slovenian Armed Forces, 2019). A la par, en Rusia la empresa Rostec ha demostrado sus nuevos exoesqueletos pasivos probados en entorno de combate, fabricados con fibra de carbono liviana, autónomos y sin requerir fuente de energía o servomotores. Estos exoesqueletos, que fueron code-sarrollados con el Instituto Central de Investigación para la Construcción de Máquinas de Precisión, aumentan las capacidades físicas, protegen las articulaciones y la columna vertebral, y se ajustan a la altura del soldado. Además, lo apoyan cuando deba cargar más de 50 kg durante las largas caminatas por medio del sistema musculoesquelético externo (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019).

La tabla 1 presenta de manera resumida la información detallada anteriormente, allí se relacionan, para cada continente, los países que actualmente incursionan en alguna de las categorías de innovación tecnológica consideradas y que lo publican en sus sitios web.

**Tabla 1.** Resumen por continente de la información encontrada de algunas categorías de innovación tecnológica de las fuerzas armadas del mundo

<b>Categoría</b>	<b>Continente</b>	<b>Naciones</b>
Información	América	Colombia (Comando General - Fuerzas Militares de Colombia, 2019)
	Europa	Albania (Albania Armed Forces, 2019) y Dinamarca (Danish Ministry of Defence, 2019)
	Oceanía	Nueva Zelandia (New Zealand, 2019)

Continúa tabla...

<b>Categoría</b>	<b>Continente</b>	<b>Naciones</b>
Medioambiente	América	Guatemala (Ministerio de la Defensa Nacional. Ejército de Guatemala, 2019)
	Europa	Albania (Albania Armed Forces, 2019)
Defensa	América	Estados Unidos (US Dept of Defense, 2019), Argentina (Ministerio de Defensa, 2019), Brasil (Ministério da Defesa, 2019) y Uruguay (Ministerio de Defensa Nacional, 2019).
	Europa	Albania (Albania Armed Forces, 2019), Croacia (Ministry of Defence of the Republic of Croatia, 2019), Italia (Ministry of Defence of Italy, 2019), Lituania (Lithuanian Armed Forces, 2019), Noruega (Norwegian Armed Forces, 2019), Países Bajos (Defensie.nl, 2019), Polonia (Wojsko Polskie, 2019), República Checa (Ministry of Defence & Armed Forces, 2019), Rumania (Ministry of National Defence, 2019b), Rusia (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019), Suecia (Swedish Armed Forces, 2019), Suiza (Swiss Armed Forces, 2019) y Ucrania (Ministry of Defence of Ukraine, 2019)
	Oceanía	Australia (Australian Government - Department of Defence, 2019) y Nueva Zelanda (New Zealand, 2019)
	Asia	Japón (Ministry of Defence of Japan, 2019), Afganistán (National Defense Minister Of Afghanistan, 2019), República Popular de China (Ministry of National Defense of the People's Republic of China, 2019), Corea del Sur (United States Forces Korea, 2019), Emiratos Árabes Unidos (United Arab Emirates Ministry of Defense, 2019), Filipinas (Armed Forces of the Philippines, 2019), Georgia (Ministry of Defense Georgia, 2019), India (Indian Army, 2019), Malasia (Kementerian Pertahanan Malaysia, 2019) y Vietnam (Ministry of National Defence - Socialist Republic of Vietnam, 2019)
	África	Argelia (Ministry of National Defence, 2019a), Gabón (Army Technology, 2019d), Malí (Army Technology, 2019), Marruecos (Army Technology, 2019k), Sudáfrica (Defence Republic of South Africa, 2019)
Energía	Europa	Alemania (Bundeswehr, 2019) y Hungría (Website of the Hungarian Government, 2019)

Continúa tabla...

<b>Categoría</b>	<b>Continente</b>	<b>Naciones</b>
Robots	Europa	Alemania (Bundeswehr, 2019) y Bélgica (Defensie, 2019)
	África	Angola (Maka Angola, 2019) y Camerún (Army Technology, 2019b)
Armas	América	Estados Unidos (Army Technology, 2019)
	Europa	Croacia (Ministry of Defence of the Republic of Croatia, 2019), Rusia, Francia, Alemania, España, Reino Unido e Italia (Army Technology, 2019ñ)
	Asia	Israel (Israel Defence Forces, 2019), Corea del Sur y China (Army Technology, 2019ñ)
Entrenamiento	Europa	Lituania (Lithuanian Armed Forces, 2019), Alemania (Bundeswehr, 2019), Bélgica (Defensie, 2019), Bulgaria (Ministry of Defence of the Republic of Bulgaria, 2019), Países Bajos (Defensie.nl, 2019), Polonia (Wojsko Polskie, 2019) y República Checa (Ministry of Defence & Armed Forces, 2019)
	Asia	Arabia Saudita (United Arab Emirates Ministry of Defence, 2019), Bangladesh (Bangladesh Army, 2019), Egipto (Egyptian Armed Forces, 2019), Indonesia (Army Technology, 2019g), Irak (Army Technology, 2019h) y Vietnam (Ministry of National Defence, 2019)
	África	Guinea (Army Technology, 2019f) y Sudáfrica (Defence Republic of South Africa, 2019)
Ciberseguridad	Europa	Alemania (Bundeswehr, 2019), Austria (Unser Heer, 2019), Bulgaria (Ministry of defence of the Republic of Bulgaria, 2019), Estonia (Estonian Defence Forces, 2019), Países Bajos (Defensie.nl, 2019), Rusia (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019)
	Asia	China (Ministry of National Defense of the People's Republic of China, 2019), Corea del Norte (Army Technology, 2019m) y Camboya (Army Technology, 2019a).
Desminado	Europa	Austria (Unser Heer, 2019), Suiza (Swiss Armed Forces, 2019), Bielorrusia (Belarus Ministry of Defence, 2019), Croacia (Ministry of Defence of the Republic of Croatia, 2019), Luxemburgo (Lëtzebuurger Arméi, 2019) y Rusia (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019)
	Asia	Etiopía (Army Technology, 2019c)

Continúa tabla...

Categoría	Continente	Naciones
Instalaciones	Europa	Bélgica (Defensie, 2019) y Eslovaquia (Ministry of Defence of the Slovak Republic, 2019)
	Asia	Turquía (Turkish Armed Forces, 2019).
Logística	América	Bolivia (Ejército de Bolivia, 2019), Canadá (The Department of National Defence and the Canadian Armed Forces, 2019), Chile (Ministerio de Defensa Nacional - Gobierno de Chile, 2019) y Honduras (Secretaría de Defensa Nacional, 2019).
	Europa	Bélgica (Defensie, 2019) y Luxemburgo (Lëtzebuurger Arméi, 2019)
	Oceanía	Australia (Australian Government - Department of Defence, 2019)
	Asia	Egipto (Egyptian Armed Forces, 2019)
Materiales	África	Argelia (Ministry of National Defence, 2019a)
	América	Canadá (The Department of National Defence and the Canadian Armed Forces, 2019)
	Europa	Bélgica (Defensie, 2019), Polonia (Wojsko Polskie, 2019) y Reino Unido (The British Army, 2019)
Vestuario	Europa	Eslovenia (Ministry of Defence Slovenian Armed Forces, 2019) y Rusia (Ministry of Defence of the Russian Federation, 2019)

Fuente: Elaboración propia

## Caracterización de los documentos

En la figura 1, se agruparon los resultados de la búsqueda de la información por continentes. Allí se muestra el porcentaje de innovaciones presentadas por las fuerzas armadas de sus países. Se evidencia que Europa es el continente que presenta la mayor participación con innovaciones militares en el mundo, seguido de Asia.

En la figura 2 se presentan las innovaciones discriminadas por países, mostrando que naciones como Bélgica y Rusia presentan mayor cantidad de avances tecnológicos (7), seguidos por naciones como Alemania, Países Bajos, República Popular de China y Argelia, con 6 avances representativos en el sector militar.

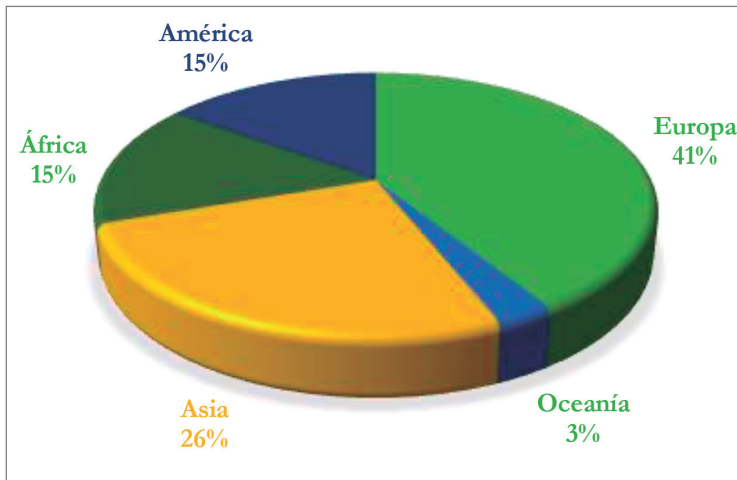


Figura 1. Innovaciones tecnológicas encontradas por continentes.  
Fuente: Elaboración propia

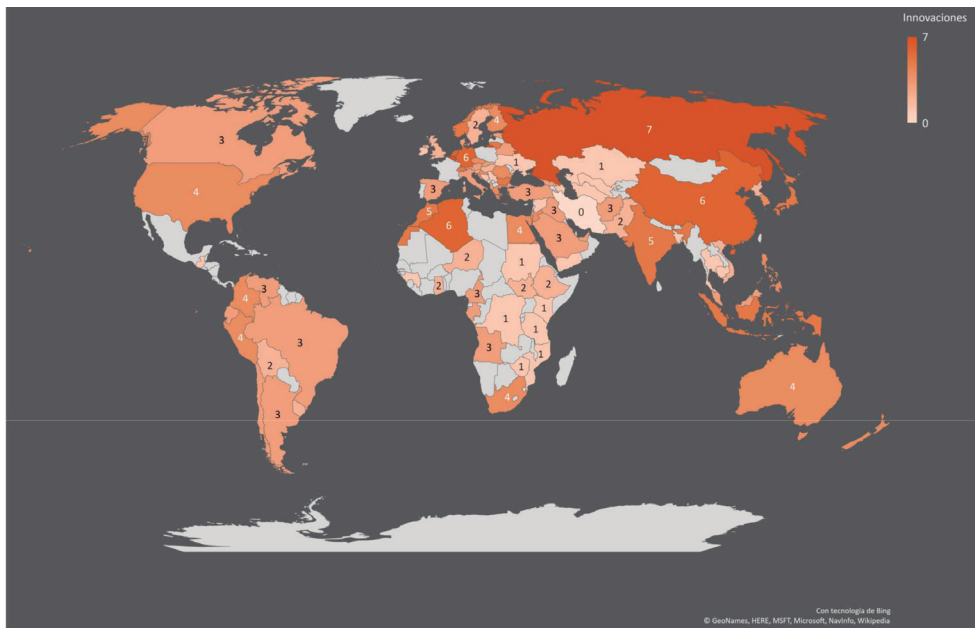


Figura 2. Innovaciones tecnológicas por país.  
Fuente: Elaboración propia

Dentro de las innovaciones tecnológicas identificadas, se encontró que la mayoría son de tipo de producto; solamente se registraron como de tipo proceso las metodologías de entrenamiento que se emplean actualmente en diferentes fuerzas militares que enriquecen las capacidades intelectuales de los soldados para afrontar los diferentes retos

que se presentan durante los combates. Los avances tecnológicos de tipo producto fueron agrupados, para el presente estudio, en 18 categorías definidas en la tabla 2.

**Tabla 2.** Definición de categorías de las innovaciones tecnológicas presentadas por los países en sus páginas web

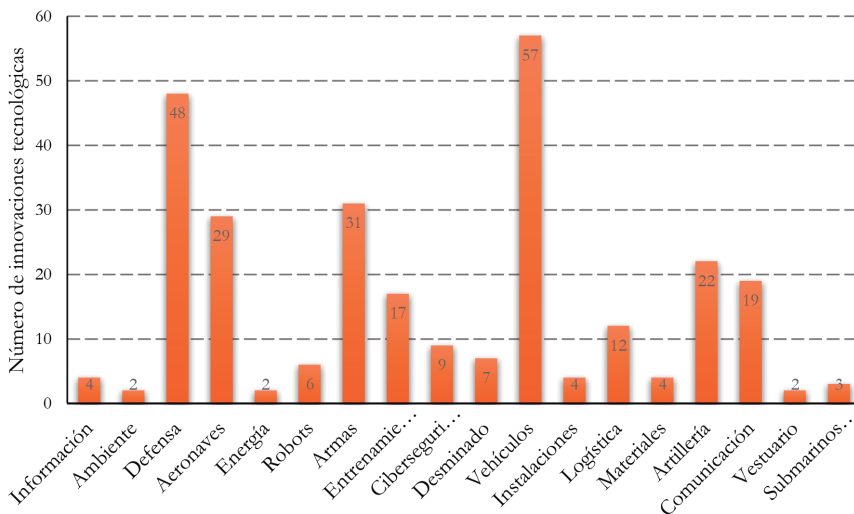
<b>Categoría</b>	<b>Definición</b>
Información	Todo aquel objeto que permita obtener información de manera eficaz ( <i>software</i> de batalla, elementos de vigilancia, cámaras y sensores)
Medioambiente	Instrumentos o entrenamientos que permitan la conservación o descontaminación del medioambiente
Defensa	Todo elemento que provea defensa al conjunto militar de una nación (elementos de control de incendios, antibombas, defensa del área marítima y aérea, antidrones, protección contra vehículos no tripulados, radares antimisiles, antiexplosivos)
Aeronaves	Vehículos de navegación aérea
Energía	Elementos para generar y conservar energía en zonas de guerra o cuando la misión lo requiera
Robots	Entidad virtual o mecánica artificial
Armas	Dispositivos propulsores de proyectiles
Entrenamiento	Simuladores usados para el aprendizaje de los soldados
Ciberseguridad	Protección de la infraestructura computacional y de los servidores del gobierno y el ejército
Desminado	Vehículos que eliminan o detectan minas terrestres
Vehículos	Vehículos de combate
Instalaciones	Elementos que permiten la mejoría de las instalaciones en zona de guerra
Logística	Equipo móvil que permite el desplazamiento de las cargas pesadas a zonas de combate. Procedimientos o elementos que permiten la atención de emergencias
Materiales	Elementos que son modificados para determinado fin, mejorando ciertas características ya existentes
Artillería	Conjunto de armas de guerra de gran peso y tamaño que disparan proyectiles a larga distancia

Continúa tabla...

Categoría	Definición
Comunicaciones	Elementos que facilitan la comunicación entre los individuos y que generalmente son diseñados para que no puedan ser intervenidos por el enemigo
Vestuario	Elementos de protección personal del soldado que son modificados para su beneficio
Submarinos	Navío capaz de sumergirse bajo la superficie del océano

Fuente: Espitia, Buitrago y Agudelo (2019)

En la figura 3 se presentan las tendencias actuales en las categorías de acuerdo con lo estipulado en la tabla 1, denotando que las fuerzas militares tienden a desarrollar más proyectos relacionados con perfeccionamiento de vehículos, armas (tanto de corto como de largo alcance), defensa y aeronaves. Con respecto a este último, se ha incursionado en vehículos aéreos no tripulados que han presentado avances rápidos y tienen una diversa aplicabilidad en las estrategias para el cumplimiento de las misiones. En el segundo nivel se encuentran las categorías de aeronaves, comunicación, entrenamiento y logística, con entre 12 y 29 desarrollos reportados. Con avances inferiores a la decena, se encuentran las categorías ciberseguridad, desminado, robots, información, instalaciones, materiales y submarinos/barcos. Finalmente, las categorías con menos progresos documentados son ambiente, energía y vestuario.



**Figura 3.** Frecuencia de las categorías en las innovaciones tecnológicas presentadas por cada nación en su página web.

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

Cada una de las contribuciones tecnológicas que las fuerzas armadas realizan para apoyar a su propia defensa y en alianzas con otros países reconoce la importancia de aumentar el desarrollo científico que permita cumplir con éxito y eficiencia las misiones. Esto no depende solo de las capacidades de los combatientes y su coordinación, sino también de una estrategia táctica eficaz y una tecnología apropiada. Existe una relación entre la tecnología militar, los factores psicológicos que involucra y los modos de su empleo, que puede ser positiva o negativa según las condiciones del combate. Los requerimientos tecnológicos de cada nación son diferentes dependiendo de la capacidad del enemigo, las características geográficas de su territorio y la posibilidad de inversión (limitada por factores económicos y los intereses políticos de las cúpulas); sin embargo, su objetivo es común: defender la soberanía de la nación, diseñando estrategias e impulsando el desarrollo de tecnologías de un sector u otro en concordancia con sus capacidades (Guilmartin, 2019).

Los recursos que un país destina para la protección de su territorio influyen directamente en el avance de la tecnología, por tanto, las decisiones sobre dichos capitales deben basarse en un análisis concreto que involucra distintas categorías de inversión. Puede considerarse que las áreas donde los avances son más frecuentes requieren de una mayor inversión y pensamiento creativo sobre las metodologías y planes operativos que mitiguen al enemigo.

O'Hanlon (2018), experto en investigación y estrategias de defensa de Estados Unidos, en su trabajo sobre los desarrollos tecnológicos militares desde el 2000 hasta el 2020, explora 29 categorías de tecnología que probablemente tendrán un cambio revolucionario consecuente con la potencialización de la revolución militar, en combinación con otros conjuntos de técnicas, nuevos conceptos operativos y estratégicos. Este autor afirma que probablemente los robots y los vehículos aéreos no tripulados tendrán un cambio e impacto destacado, afirmación consecuente con lo encontrado en la presente investigación, ya que los vehículos ocupan el primer lugar en número de innovaciones reportadas por las páginas web de los gobiernos. En adición, el citado autor asevera que el progreso de las computadoras y *software* ha creado simultáneamente debilidades enmarcadas en la ciberseguridad y la protección informativa que, aunque no genera repercusiones físicas, puede proveer al enemigo de información o incluso tergiversarla para tomar ventaja en las batallas, afectando no solo sus propias vulnerabilidades sino generando repercusiones colectivas en sistemas más grandes.

Esto también coincide con lo reflejado en este estudio, pues la ciberseguridad toma un lugar importante dentro de los reportes de las naciones, en su mayoría europeas y asiáticas, que incursionaron en la protección virtual. Finalmente, O'Hanlon (2018) señala los sensores químicos y biológicos, las comunicaciones y las armas como categorías que generan grandes cambios en la industria militar; asimismo señala los sensores, vehículos (aéreos, terrestres y acuáticos) y cohetes como categorías de transformación moderada (lo que concuerda con la línea de adelantos tecnológicos presentados en esta investigación).

En las últimas dos décadas se ha acelerado la creación de nuevas tecnologías por las guerras del Medio Oriente, sumado a que ahora naciones como China y Rusia cuentan con recursos que les permiten competir con las naciones occidentales. Esto probablemente conduce a la mezcla de tecnologías, sistemas de energía y tipos de materiales avanzados, y contribuye a desempeñar papeles complementarios importantes en la generación de una revolución militar rápida y continua.

Según lo reportado por los ejércitos del mundo en sus páginas web se identifica que se presentan tendencias en el desarrollo tecnológico según la región, por ejemplo, los continentes asiático y africano no reportan innovaciones de la categoría de información y medioambiente. Esto ocurre probablemente porque no cuentan con las capacidades económicas o sobrepasan los intereses en otras categorías que tienen un cambio revolucionario más alto. Esto se entiende como “tipo y ritmo de progreso que hace que las armas viejas, tácticas y enfoques operativos obsoletos hagan posibles otros nuevos” (O’Hanlon, 2018).

Muchas de las investigaciones muestran que las habilidades de un soldado de infantería han cambiado debido a que ahora tiene una mejor protección. Por ejemplo, si usa una armadura corporal de Kevlar y cuenta con armas electrónicas capaces de lanzar un millón de disparos por minuto, podría detener una granada propulsada por cohete como una sólida pared de plomo; sin embargo, estos prototipos están solamente en laboratorios y no son desplegados en la actualidad. Las razones no son conocidas, pero el poder destructivo que se desarrolla en naciones como Estados Unidos muestra la potencia militar con la que se cuenta. Aunque otras naciones tienen inversiones económicas altas, el factor creativo y de innovación es un factor diferenciador en los avances tecnológicos de un país. Además, su intervención en otros combates lejanos a su país permite poner a prueba prototipos para el beneficio de su ejército.

Por otro lado, aunque ocurra a pasos acelerados, en la tecnología es fundamental tener en cuenta la dimensión humana, el factor organizacional, la influencia del ambiente de combate, la política doméstica y burocrática. Así, los avances tecnológicos proporcionen materias primas para el cambio en la tecnología militar, este debe ser igualmente incentivado por un espíritu institucional y una adaptación organizativa.

Aunque las categorías resultantes de este estudio pueden abarcar una gran cantidad de productos tecnológicos que crean las fuerzas militares del mundo, estas no son estáticas, pues cada tanto surgen nuevos desarrollos innovadores en pro de la seguridad de cada nación; además, el desarrollo y producción de innovaciones se verán influenciados por los intereses de los Estados y su situación política.

Se sugiere a los ejércitos trabajar en el área ambiental, energía y vestuario en donde tan solo dos de las fuerzas militares a nivel mundial reportan avances. En la categoría ambiental solo Albania y Guatemala presentan información oficial según la cual las fuerzas armadas se involucran con este aspecto mediante innovaciones tecnológicas que benefician a la población; sin embargo, se ha encontrado información reportada por

Armenteras et al. (2016) referente a Brasil, donde emplean el sistema Amazonia SAR en sus siglas “Synthetic Aperture Radar”, que permite el monitoreo de las actividades ilegales en la Amazonía relacionadas con la deforestación. Dicho sistema proporciona un mapa de imágenes satelitales con las que se calcula el índice de deforestación desde 2004. Además, esta nación cuenta con el programa Amazonía Conectada, el cual brinda el servicio de internet en toda la región selvática. La información en este ámbito es escasa. Aunque los ejércitos prestan su servicio para la protección del medioambiente, no registran numerosas innovaciones tecnológicas que se enfoquen en esta área. Igualmente, en la categoría de energía, solamente Alemania indica que emplea prototipos en esta clase de innovación, sin embargo, fuentes no oficiales de un diario nacional español registran que el ejército de Alemania no se encuentra a la vanguardia en armas de energía dirigida mediante láser de alta potencia para combatir drones con precisión, minimizando daños colaterales y reduciendo la huella logística —como sí lo presenta la fragata de las fuerzas de Estados Unidos como herramienta de su defensa aérea—. Finalmente, la categoría de vestuario representa un caso con pocas innovaciones, reportadas solamente por las fuerzas militares de Eslovenia y Rusia.

## Conclusión

Las innovaciones tecnológicas creadas alrededor del mundo han permitido mejorar productos y procedimientos en todas las áreas de pertrechos militares; sin embargo, aún se presentan grandes retos debido a las amenazas criminales y terroristas dinámicas que se muestran en las naciones. Las fuerzas militares tienen la misión de salvaguardar la seguridad y soberanía del territorio, los avances tecnológicos son una herramienta eficaz que brinda ventajas operativas, ofrece entornos virtuales y medios tecnológicos estratégicos para el cumplimiento de sus objetivos.

Las categorías que se usaron en este estudio permitieron definir los intereses y las tendencias que se desarrollan en los ejércitos del mundo. Las categorías de vehículos, armas (tanto de corto como de largo alcance) y defensa son las más avanzadas, seguidas por las de aeronaves, comunicación, entrenamiento y logística. En las categorías de robots, sensores y ciberseguridad se pronostican crecimientos importantes para los próximos años. Se observa que existen categorías que requieren más atención como el área ambiental, de energía y vestuario.

Además, se concluye que países como Rusia, China y Estados Unidos cuentan con un mayor número de innovaciones dado su capital humano y económico, mientras que los demás países pueden ser catalogados como seguidores. Las capacidades (especialmente económicas y humanas) de las naciones son determinantes para el progreso de sus desarrollos tecnológicos. Las necesidades y requerimientos de cada país se encuentran influenciadas por las capacidades del enemigo, la competencia inter- e intraejércitos y las condiciones políticas; sin embargo, como la situación de cada Estado es diferente, las tendencias e intereses son dinámicos y evolucionan con el tiempo y la realidad que vive cada país.

## Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo. Este último se deriva del proyecto de investigación INV-ING-2987, “Identificación de las innovaciones tecnológicas requeridas por las Fuerzas Armadas colombianas en el contexto del posacuerdo como parte del cumplimiento de su responsabilidad social desde la teoría de los *stakeholders* y el bien común”.

## Financiamiento

Artículo financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, vigencia 2019-2020.

## Sobre los autores

**Anny Astrid Espitia Cubillos** es ingeniera industrial de la Universidad Militar Nueva Granada y magíster en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Desde 2004 es profesora universitaria. Se vinculó como docente de tiempo completo de Ingeniería Industrial a la Universidad Militar Nueva Granada en el año 2007, y allí es profesora asociada desde 2016.

<https://orcid.org/0000-0002-4791-0250> - Contacto: [anny.espitia@unimilitar.edu.co](mailto:anny.espitia@unimilitar.edu.co)

**Jairo Andrés Agudelo Calderón** es profesional en Ciencias Militares de la Escuela Militar de Cadetes. Especialista en Conducción y Administración de Unidades Militares y Administración de Recursos Militares para la defensa nacional del Centro de Educación Militar. Especialista en Alta Gerencia de la Universidad Militar Nueva Granada. Actualmente es mayor del arma de caballería.

<https://orcid.org/0000-0002-6331-7190> - Contacto: [jairo.agudelo@buzonejercito.mil.co](mailto:jairo.agudelo@buzonejercito.mil.co)

**Óscar Yecid Buitrago Suescún** es ingeniero químico de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Doctorando en Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Docente de tiempo completo de Ingeniería Industrial de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0002-5064-3624> - Contacto: [oscar.buitrago@unimilitar.edu.co](mailto:oscar.buitrago@unimilitar.edu.co)

## Referencias

- Albania Armed Forces. (2019). *Newsroom*. Republic of Albania. <https://aaf.mil.al/english/index.php/te-fundit>
- Armenteras, D., González, T. M., Retana, J., & Espelta, J. M. (Eds.). (2016). *Degradación de bosques en Latinoamérica: síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales*. Ibero-Redd; Ministério da Defesa.
- Armed Forces of the Philippines. (2019). *News*. <https://www.afp.mil.ph/index.php/news>
- Army Technology. (2018, December 19). *Robotic warfare: Training exercise breaches the future of conflict*. <https://www.army-technology.com/features/military-robotics-warfare/>

- Army Technology. (2019a). *Cambodia*. <https://www.army-technology.com/?s=Cambodia>
- Army technology. (2019b). *Cameroon*. <https://www.army-technology.com/?s=Cameroon>
- Army Technology. (2019c). *Ethiopia*. <https://www.army-technology.com/?s=Ethiopia>
- Army Technology. (2019d). *Gabon*. <https://www.army-technology.com/?s=Gabon>
- Army Technology. (2019e). *Ghana*. <https://www.army-technology.com/?s=ghana>
- Army Technology. (2019f). *Guinea*. <https://www.army-technology.com/?s=Guinea>
- Army Technology. (2019g). *Indonesian*. <https://www.army-technology.com/?s=Indonesian>
- Army Technology. (2019h). *Iraq*. <https://www.army-technology.com/?s=iraq>
- Army Technology. (2019i). *Kenya*. <https://www.army-technology.com/?s=Kenya>
- Army Technology. (2019j). *Mali*. <https://www.army-technology.com/?s=Mali>
- Army Technology. (2019k). *Morocco*. <https://www.army-technology.com/?s=Morocco>
- Army Technology. (2019l). *Niger*. <https://www.army-technology.com/?s=Niger>
- Army Technology. (2019m). *North Korea*. <https://www.army-technology.com/?s=North+Korea>
- Army Technology. (2019n). *Thailand*. <https://www.army-technology.com/?s=thailand>
- Army Technology. (2019ñ). *The top ten arms exporting countries in 2018*. <https://www.army-technology.com/features/arms-exports-by-country/>
- Army Technology. (2019o). *Turkmenistan*. <https://www.army-technology.com/?s=turkmenistan+>
- Army Technology. (2019p). *South Sudan*. <https://www.army-technology.com/?s=South+Sudan>
- Australian Government - Department of Defence. (2019). *Army Newspaper*. <http://www.defence.gov.au/news/armynews/>
- Bangladesh Army. (2019). *Media. Publications*. <https://www.army.mil.bd/>
- Belarus Ministry of Defence. (2019). *News*. <https://www.mil.by/en/>
- Bundesheer. (2019). *Latest news*. <https://www.bundesheer.at/english/dynmod/aktuell.php>
- Bundeswehr. (2019). *Startseite*. <https://www.bundeswehr.de/portal/a/bwde/start>
- Cebollero, C. (2019). Escribir para pensar: la doctrina militar como motor de la innovación. *Boletín IEEE*, 13, 614-636.
- Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Ecuador. (2019). *Noticias*. <https://www.cccfaa.mil.ec/>
- Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia. (2019). *Noticias*. <http://www.cgfm.mil.co/es/noticias/3col>
- Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia. (2019). *Noticias*. <http://www.cgfm.mil.co/es>
- Danish Ministry of Defence. (2019). *News*. <https://www.fmn.dk/eng/news/Pages/News.aspx>
- Defence Republic of South Africa. (2019). *News*. [http://www.dod.mil.za/news/defence\\_news.htm](http://www.dod.mil.za/news/defence_news.htm)
- Defensie. (2019). *Jobs*. <https://www.mil.be/>
- Defensie.nl. (2019). *Latest*. <https://english.defensie.nl/>
- Defensie.nl. (2019). *Latest. News*. <https://english.defensie.nl/latest>
- Egyptian Armed Forces. (2019). *News*. <http://www.mod.gov.eg/ModWebSite/Default.aspx>
- Ejército de Bolivia. (2019). *Noticias*. <http://www.ejercito.mil.bo/noticias.html>
- Ejército de Guatemala. (2019). *Última Hora*. <https://www.mindef.mil.gt/>
- Espitia, A., Buitrago, O., & Agudelo A. (2019). Innovaciones tecnológicas en las fuerzas armadas de Europa y Asia: Una revisión de los reportes oficiales. *Memorias del XII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas tendencias*. Manizales, Colombia.

- Estonian Defence Forces. (2019). *News*. <http://www.mil.ee/en/news>
- Gobierno de México. (2019). *Prensa*. <https://www.gob.mx/sedena>
- Government of the Republic of Kazakhstan. (2019). *News*. <http://www.government.kz/en/>
- Guilmartin, J. F. (2019). Military Technology. *Encyclopaedia Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/military-technology>
- Hydrema. (2019). *Construir inteligente*. <https://www.hydrema.com/>
- Indian Army. (2019). *Media Release*. <https://www.indianarmy.nic.in/Site/PressRelease/PressRelease.aspx?MnId=1m+IDMVZCMB6cuMii2cJug=&ParentID=1m+IDMVZCMB6cuMii2cJug=&flag=vPDIKmd-wA/IgGr7JGm2nlw==>
- Israel Defence Forces. (2019). *News*. <https://www.idf.il/en/news/>
- Jordan Armed Forces - Arab Army. (2019) الاخبار ر. <https://www.jaf.mil.jo/News.aspx>
- Jordán, J. (2015). Cultura organizativa e innovación militar: el caso de las Fuerzas de Defensa de Israel. *Revista de Estudios en Seguridad Internacional*, 1(1), 17-40. <http://dx.doi.org/10.18847/1.1.2>
- Jordán, J. (2017). Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones militares: la respuesta de Estados Unidos después del 11S como caso de estudio. *Revista de Ciencia Política*, 37(1), 203-226. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-090X2017000100009>
- Kementerian Pertahanan Malaysia. (2019). *Laster News*. <http://www.mod.gov.my/en/mengenai-kami-10/latest-news.html>
- Lëtzebuurger Arméi. (2019). *Accueil*. <https://www.armee.lu/>
- Lithuanian Armed Forces. (2019). *News*. <https://kariuomene.kam.lt/en/home.html>
- Maka Angola. (2019). *Home*. <https://www.makaangola.org/en/>
- Ministerio de Defensa de Argentina. (2019). *Noticias Destacadas*. <https://www.argentina.gob.ar/defensa>
- Ministerio de Defensa del Gobierno de España. (2019). *Ejército del aire*. <http://www.ejercitodelaire.mde.es/EA/ejercitodelaire/es/noticias/>
- Ministerio de Defensa Nacional - Gobierno de Chile. (2019). *Noticias*. <https://www.defensa.cl/>
- Ministerio de Defensa Nacional. (2019). República Oriental del Uruguay. *Noticias*: <https://www.mdn.gub.uy/>
- Ministerio del Poder Popular para la Defensa. (2019). *Noticias recientes*. <http://www.aviacion.mil.ve/>
- Ministry of Defence & Armed Forces. (2019). *Newsroom*. <http://www.army.cz/scripts/detail.php?pgid=194>
- Ministry of Defence Georgia. (2019). *News*. <https://mod.gov.ge/en/news>
- Ministry of Defence of Italy. (2019). *Last News*. <https://www.difesa.it/EN/news/Pagine/elenco.aspx>
- Ministry of Defence of Japan. (2019). *News*. <https://www.mod.go.jp/e/>
- Ministry of Defence of the Republic of Azerbaijan. (2019). *Press Releases*. <https://mod.gov.az/en>
- Ministry of Defence of the Republic of Bulgaria. (2019). *News*. <https://www.mod.bg/en/index.php>
- Ministry of Defence of the Republic of Croatia. (2019). *News*. <https://www.morh.hr/en/news.html>
- Ministry of Defence of the Russian Federation. (2019). *News*. [http://eng.mil.ru/en/news\\_page/country.htm](http://eng.mil.ru/en/news_page/country.htm)
- Ministry of Defence of the Slovak Republic. (2019). *Media News*. <https://www.mod.gov.sk/news/>
- Ministry of Defence of Ukraine. (2019). *News*. <http://www.mil.gov.ua/en/>
- Ministry of Defence Slovenian Armed Forces. (2019). *Publications*. <http://www.slovenskavojska.si/en/publications/>
- Ministry of National Defence - Socialist Republic of Vietnam. (2019). *News*. [http://www.mod.gov.vn/wps/portal/!ut/p/b1/04\\_Sj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOLdHP2CLJwMHQ0MwjxNDTy9zMwtTMx8jb09zYAKIoEKDHAARwNC-sP1o8BKnN0dPUzMfQwMLHzcgUocPUKDLAONjQ0cjaEK8Fjh55Gfm6pfkBthkGXiqAgAo35vLA!!/dl4/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/](http://www.mod.gov.vn/wps/portal/!ut/p/b1/04_Sj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfGjzOLdHP2CLJwMHQ0MwjxNDTy9zMwtTMx8jb09zYAKIoEKDHAARwNC-sP1o8BKnN0dPUzMfQwMLHzcgUocPUKDLAONjQ0cjaEK8Fjh55Gfm6pfkBthkGXiqAgAo35vLA!!/dl4/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/)

- Ministry of National Defence. (2019a). *On the front page*. [https://www.mdn.dz/site\\_principal/accueil\\_an.php](https://www.mdn.dz/site_principal/accueil_an.php)
- Ministry of National Defence. (2019b). *Recent Post*. <https://english.mapn.ro/newsletter/index.php>
- Ministry of National Defence. (2019c). *Socialist Republic of Vietnam. News*. <http://www.mod.gov.vn/wps/portal/en>
- Ministry of National Defense of the People's Republic of China. (2019). *News. Top Stories*. [http://eng.mod.gov.cn/news/node\\_48461.htm](http://eng.mod.gov.cn/news/node_48461.htm)
- National Defense Minister of Afghanistan. (2019). *All News*. <https://mod.gov.af/en/all-news>
- New Zealand. (2019). *Media Center*. <http://www.nzdf.mil.nz/media-centre/news/default.htm>
- Norwegian Armed Forces. (2019). *Newsroom*. <https://forsvaret.no/en/newsroom/news-stories>
- Óglaigh na hÉireann - Irish Defence Forces. (2019). *Latest News*. <https://www.military.ie/en/>
- O'Hanlon, M. E. (2018). *Forecasting change in military technology, 2020-2040*. <https://www.brookings.edu/research/forecasting-change-in-military-technology-2020-2040/>
- Puolustusvoimat. (2019). *All news*. <https://puolustusvoimat.fi/en/frontpage>
- Richardson, F. R. (2018). Innovaciones tecnológicas en las fuerzas armadas de República Dominicana ante nuevos escenarios de conflictos. *Seguridad, Ciencia & Defensa*, 6(4), 11-20.
- Secretaría de Defensa Nacional. (2019). *Noticias*. <https://sedena.gob.hn/>
- Slovenian Armed Forces. (2019). *News*. <http://www.slovenskavojska.si/en/public-affairs/news/>
- Swedish Armed Forces. (2019). *News*. <https://www.forsvarsmakten.se/en/news/>
- Swiss Armed Forces. (2019). *News*. <https://www.vtg.admin.ch/en/home.html>
- The British Army. (2019). *News & Events*. <https://www.army.mod.uk/news-and-events/>
- The Department of National Defence and the Canadian Armed Forces. (2019). *Services and information*. <https://www.canada.ca/en/department-national-defence.html>
- Turkish Armed Forces. (2019). *About the Turkish Armed Forces*. <https://www.tsk.tr/HomeEng>
- United Arab Emirates Ministry of Defence. (2019). *Media Center. News*. <https://www.mod.gov.ae/>
- United States Forces Korea. (2019). *Media. Latest Stories*. <https://www.usfk.mil/Media/>
- Unser Heer. (2019). *Soziale Medien*. <http://www.bundesheer.at/>
- Uribe Gómez, J. A. (2019). Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(20), 101-125. <https://doi.org/10.22430/21457778.1214>
- US Dept of Defense. (2019). *Sala de prensa*. <https://www.defense.gov/Newsroom/>
- Website of the Hungarian Government. (2019). *Ministry of Defence. Leading News*. <https://www.kormany.hu/en/ministry-of-defence>
- Wojsko Polskie. (2019). *Aktualności*. <https://www.wojsko-polskie.pl/articles/news/>