



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
ICADE

**Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis  
Comparativo de Modelos de Negocio**

Autor: Alfonso Carrillo Encinar

Director: Karin Alejandra Irene Martin Bujack

MADRID | MARZO – 2026

## **ABSTRACT**

This paper analyzes whether the technological transformation of the defense sector has generated two subgroups of companies with systematically distinct investment profiles. The defense sector holds a particular position in financial markets: it belongs to the category of controversial stocks, whose ethical implications lead institutional investors to exclude them from their portfolios. Additionally, its performance is closely linked to geopolitical cycles and military spending. As the sector has shifted from conventional platforms and hardware toward cybersecurity, artificial intelligence, and unmanned systems, treating it as a homogeneous block has become increasingly difficult to justify. To assess this heterogeneity empirically, a sample of 36 companies from the VanEck Defense UCITS ETF is classified into two groups, Traditional Defense and Technological Defense, and their risk-adjusted performance is compared over the period 2003–2025 using the Sharpe ratio, disaggregated across four subperiods defined by major geopolitical and budgetary milestones. The results show that neither group systematically outperforms the other. Traditional Defense dominates during periods of large-scale conventional demand, while Technological Defense leads during cycles of budgetary austerity and asymmetric threats. This alternating pattern suggests that the distinction between business models is not arbitrary but reflects systematically different sensitivities to the same external stimuli.

Keywords: defense sector, sin stocks, Sharpe ratio, business model heterogeneity, geopolitical risk, risk-adjusted returns

## **RESUMEN**

Este trabajo analiza si la transformación tecnológica del sector defensa ha generado dos subgrupos de empresas con perfiles de inversión sistemáticamente distintos. El sector defensa ocupa una posición singular en los mercados financieros: pertenece a la categoría de acciones controvertidas, cuyas implicaciones éticas llevan a inversores institucionales a excluirlas de sus carteras. Además, su desempeño está estrechamente vinculado al ciclo geopolítico y al gasto militar. A medida que el sector ha evolucionado desde las plataformas convencionales y el hardware hacia la ciberseguridad, la inteligencia artificial y los sistemas no tripulados, tratarlo como un bloque homogéneo resulta cada vez menos justificable. Para contrastar esta

heterogeneidad de forma empírica, se clasifican 36 empresas del VanEck Defense UCITS ETF en dos grupos, Defensa Tradicional y Defensa Tecnológica, y se compara su desempeño ajustado por riesgo durante el periodo 2003–2025 mediante el ratio de Sharpe, desagregado en cuatro subperiodos definidos por los principales hitos geopolíticos y presupuestarios del horizonte analizado. Los resultados muestran que ningún grupo supera sistemáticamente al otro. Defensa Tradicional domina en periodos de demanda convencional a gran escala, mientras que Defensa Tecnológica lidera en ciclos de austeridad presupuestaria y amenazas asimétricas. Este patrón alternado sugiere que la distinción entre modelos de negocio no es arbitraria, sino que refleja sensibilidades sistemáticamente distintas ante los mismos estímulos externos.

Palabras y conceptos clave: sector defensa, acciones controvertidas, ratio de Sharpe, heterogeneidad de modelos de negocio, riesgo geopolítico, rentabilidad ajustada por riesgo

## ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
1.1. El sector defensa como caso de estudio financiero: singularidad y transformación ..	7
1.2. Pregunta de investigación y relevancia .....	9
<b>2. Revisión de la literatura.....</b>	<b>10</b>
2.1. Rentabilidad en sectores controvertidos: evidencia en defensa .....	10
2.2. Reacción del sector defensa a eventos geopolíticos.....	12
2.3. Heterogeneidad estructural del sector defensa .....	13
2.4. Síntesis crítica y laguna de investigación.....	14
<b>3. Metodología.....</b>	<b>15</b>
3.1. Procedimiento empírico .....	15
3.1.1. Marco teórico: evaluación de carteras ajustada por riesgo .....	15
3.1.2. Cálculo de retornos y métricas de la cartera .....	19
3.1.3. Cálculo del Ratio de Sharpe .....	20
3.2. Datos y muestra.....	21
3.2.1. Delimitación de los subperiodos de análisis .....	28
3.2.2. Construcción de las carteras sintéticas como proxy de los modelos de negocio	30
<b>4. Análisis Empírico e interpretación de resultados.....</b>	<b>31</b>

# Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

4.1. Rentabilidad acumulada .....	31
4.2. Dispersión del Sharpe anual .....	33
4.3. Evolución del ratio de Sharpe por grupo (2003-2025).....	35
4.3.1. Periodo 1 (2003–2007): dominio claro de Defensa Tradicional .....	37
4.3.2. Periodo 2 (2008–2010): convergencia en crisis .....	38
4.3.3. Periodo 3 (2011–2019): dominio sostenido de Defensa Tecnológica.....	39
4.3.4. Periodo 4 (2020–2025): recuperación de Defensa Tradicional.....	41
4.4. Descomposición rentabilidad/volatilidad por subperiodos .....	42
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>45</b>
5.1. Limitaciones del estudio.....	46
5.2. Futuras líneas de investigación .....	47
<b>6. Reconocimiento del uso de tecnologías de Inteligencia Artificial .....</b>	<b>48</b>
<b>7. Anexos .....</b>	<b>49</b>
<b>8. Bibliografía .....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Crecimiento real anual del gasto en defensa de la OTAN en Europa y Canadá, 2014-2025 (precios constantes de 2021)</i> .....	8
Ilustración 2. <i>Evolución del gasto militar de EE.UU., 2003–2024 (precios constantes de 2024)</i> .....	30
Ilustración 3. <i>Rentabilidad acumulada por grupo, base 100, 2003-2025</i> .....	32
Ilustración 4. <i>Dispersión del Sharpe anual por grupo, 2003-2025</i> .....	34
Ilustración 5. <i>Evolución del ratio de Sharpe anual por grupo (2003-2025)</i> .....	36
Ilustración 6. <i>Rentabilidad vs. Volatilidad por subperiodo y grupo, 2003-2025</i> .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tasa libre de riesgo anual (T-Bill a 1 mes), 2003–2025</i> .....	24
Tabla 2. <i>Composición de la muestra y clasificación Defensa Tradicional vs Defensa Tecnológica (VanEck Defense UCITS ETF, 31/12/2025)</i> .....	25
Tabla 3. <i>Número medio de empresas con datos disponibles por grupo y subperiodo</i> .....	31
Tabla 4. <i>Ratio de Sharpe medio anual por subperiodo y grupo</i> .....	36

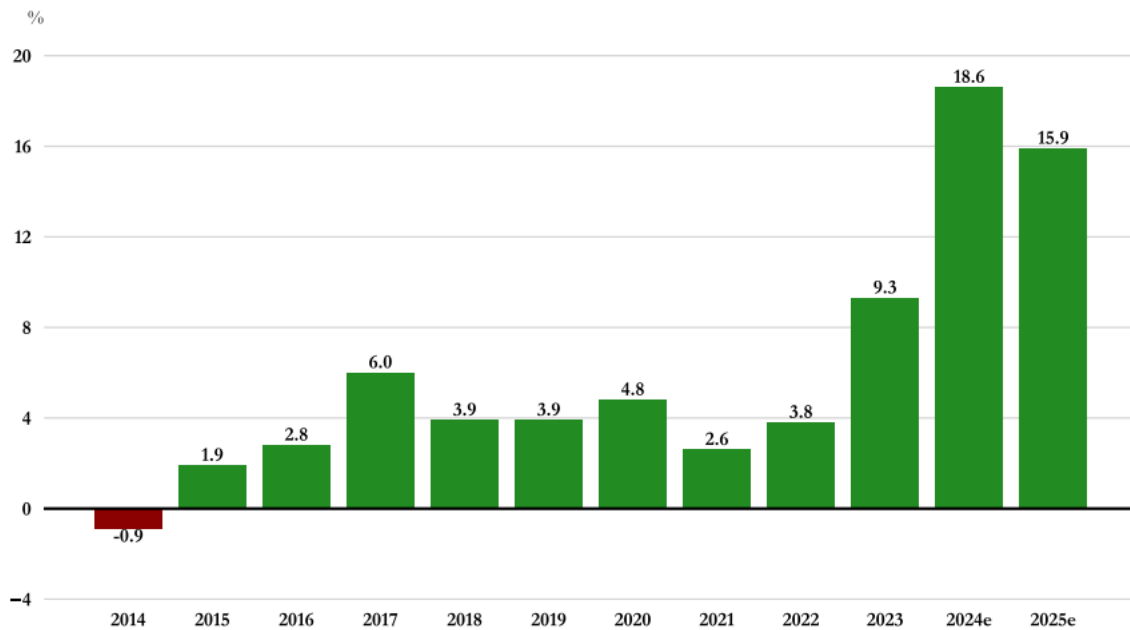
## **1. Introducción**

### **1.1. El sector defensa como caso de estudio financiero: singularidad y transformación**

El sector defensa tiene dos características que lo hacen especialmente interesante como caso de estudio financiero. La primera es su condición de sector controvertido: la naturaleza de su actividad plantea dilemas éticos que llevan a determinados inversores institucionales a excluirlo de sus carteras por motivos reputacionales o de política de inversión responsable. Esta exclusión sistemática reduce la demanda institucional, limita la cobertura de analistas y puede traducirse en un mayor coste de capital (Hong & Kacperczyk, 2009). La evidencia empírica documenta una prima de rentabilidad asociada a estas empresas en el mercado estadounidense, interpretada como compensación por asumir ese rechazo. En Europa, sin embargo, esta prima resulta menos robusta. Con modelos de factores estándar la prima aparece, pero cuando se emplea el modelo de cinco factores de Fama-French, que incorpora adicionalmente la rentabilidad operativa y la política de inversión de las empresas, las diferencias desaparecen. Esto sugiere que esa mayor rentabilidad aparente responde más a características propias de estas empresas que al efecto de la exclusión en sí, y que su magnitud varía según el marco regulatorio y de las normas institucionales de cada mercado (Sagbakken & Zhang, 2022).

La segunda característica distingue al sector defensa de otros sectores igualmente controvertidos. Su desempeño bursátil está estrechamente vinculado al ciclo geopolítico y al gasto militar. Cuando se producen conflictos internacionales o escaladas de tensión, las empresas del sector suelen experimentar revalorizaciones significativas mientras el resto del mercado registra caídas, comportándose de forma contra cíclica respecto al mercado general. Esto ocurrió de forma especialmente pronunciada tras la invasión rusa de Ucrania en febrero de 2022, cuando las empresas de defensa europeas registraron ganancias mientras el resto del mercado acusaba caídas (Covachev & Fazakas, 2025). La Ilustración 1 recoge la evolución del gasto en defensa de los aliados europeos de la OTAN entre 2014 y 2025, cuya aceleración a partir de 2022 refleja directamente este cambio de contexto.

Ilustración 1. *Crecimiento real anual del gasto en defensa de la OTAN en Europa y Canadá, 2014-2025 (precios constantes de 2021)*



Fuente: NATO (2025).

Sin embargo, tratar el sector defensa como un bloque homogéneo resulta cada vez menos justificable. En las últimas décadas, el sector ha experimentado una transformación profunda como consecuencia del cambio en la naturaleza de las amenazas globales. El auge de la guerra asimétrica, la ciberdefensa, la inteligencia artificial aplicada a misiones críticas y los sistemas no tripulados han dado lugar a un modelo de negocio radicalmente distinto al de las plataformas y el equipamiento convencional.

Esta transformación se refleja de forma directa en la asignación presupuestaria. Entre 2017 y 2023, la inversión en investigación, desarrollo, pruebas y evaluación de la Fuerza Aérea estadounidense creció de 19.600 a 50.500 millones de dólares, superando por primera vez en la historia al presupuesto de adquisición de equipamiento, que creció de forma comparativamente modesta de 22.400 a 34.100 millones en el mismo periodo (Beaver et al., 2024). Lo que durante décadas fue un sector dominado por la producción de hardware de gran escala hoy incluye empresas cuya actividad, clientes, ciclos de contrato y exposición al riesgo son radicalmente distintos a los de un fabricante de cazas o vehículos blindados.

Esta heterogeneidad interna tiene implicaciones prácticas. Si dos modelos de negocio dentro de un mismo sector responden de forma sistemáticamente distinta a los mismos estímulos geopolíticos y presupuestarios, tratarlos como equivalentes podría introducir sesgos en la valoración de empresas, en la gestión del riesgo de carteras y en el diseño de políticas públicas de asignación de recursos entre capacidades convencionales y tecnológicas. Los principales índices y ETFs del sector agregan empresas de defensa sin distinguir entre modelos de negocio, lo que podría ocultar diferencias relevantes para inversores, analistas y responsables públicos. Identificar si esa heterogeneidad existe y es sistemática es, por tanto, una pregunta con valor académico y aplicado.

### **1.2. Pregunta de investigación y relevancia**

La pregunta que articula este estudio es la siguiente: ¿ha generado la transformación tecnológica del sector defensa subgrupos con perfiles de inversión sistemáticamente distintos, y responde esa distinción a lógicas estructurales identificables? Este trabajo parte de la hipótesis de que dicha transformación ha generado dos modelos de negocio con perfiles de riesgo y rentabilidad sistemáticamente distintos, y que esa distinción es detectable y consistente a lo largo del tiempo. Para contrastarla, se clasifican 36 empresas del VanEck Defense UCITS ETF en dos grupos: Defensa Tradicional, compuesta por empresas centradas en la producción de plataformas, sistemas de armas y equipamiento convencional, y Defensa Tecnológica, formada por empresas especializadas en ciberseguridad, inteligencia, software de misión crítica y sistemas no tripulados. A continuación, se compara su desempeño ajustado por riesgo durante el periodo 2003-2025 mediante el ratio de Sharpe, distinguiendo cuatro subperiodos definidos por los principales hitos geopolíticos y presupuestarios del horizonte analizado.

En el plano teórico, contribuye al debate sobre la heterogeneidad interna de sectores que la literatura financiera tiende a tratar como categorías uniformes, y aporta evidencia empírica sobre la relación entre el ciclo geopolítico-presupuestario y el desempeño bursátil diferenciado dentro de un mismo sector.

En el plano aplicado, los resultados pueden ser de utilidad para inversores institucionales que buscan una exposición al sector defensa más segmentada que la que ofrecen los principales

ETFs e índices agregados. Más allá de la inversión, la pregunta tiene implicaciones para el debate sobre la asignación de recursos entre capacidades convencionales y tecnológicas. Si cada modelo de negocio presenta un perfil de riesgo y rentabilidad distinto según el ciclo geopolítico, los gobiernos y los organismos de defensa no deben tener en cuenta solo el coste directo de cada capacidad, sino también su capacidad para atraer financiación privada. Esto resulta especialmente relevante en un contexto en el que los presupuestos públicos de defensa afrontan presiones crecientes y la participación del capital privado en el sector es cada vez mayor (Sion et al., 2025).

El análisis se estructura en torno al ratio de Sharpe como métrica central de comparación, calculado para carteras equiponderadas de cada grupo y dividido en cuatro subperiodos definidos por los principales hitos geopolíticos y presupuestarios del periodo de estudio. Esta división temporal es deliberada, ya que analizar el periodo completo como un bloque único haría menos visible la alternancia entre grupos, uno de los elementos centrales del análisis. El resto del trabajo se organiza del siguiente modo: la Sección 2 revisa la literatura sobre sin stocks, sensibilidad geopolítica y heterogeneidad estructural del sector. La Sección 3 describe los datos y el procedimiento empírico. La Sección 4 presenta y analiza los resultados por subperiodo. La Sección 5 recoge las conclusiones, limitaciones y líneas futuras de investigación.

## **2. Revisión de la literatura**

### **2.1. Rentabilidad en sectores controvertidos: evidencia en defensa**

La literatura sobre acciones controvertidas ha documentado que la exclusión institucional de industrias como el tabaco, el alcohol, el juego o la defensa genera efectos observables sobre la valoración y el coste de capital de las empresas afectadas. Hong & Kacperczyk (2009) son la referencia central para el mercado estadounidense. Mediante la comparación de retornos ajustados por los factores de Fama-French, un modelo que descompone la rentabilidad de una acción en función de su tamaño, su valoración y su exposición al mercado, muestran que estas empresas reciben menor cobertura analítica y menor demanda institucional, lo que reduce su valoración y eleva su coste de capital, traduciéndose en una prima de rentabilidad aproximada

de entre el 2% y el 4% anual respecto a empresas convencionales comparables. Fabozzi et al. (2008) extienden estos hallazgos al plano internacional en un estudio que abarca 267 empresas de seis industrias controvertidas, incluyendo expresamente defensa y armamento, en 21 países durante el periodo 1970-2007. La cartera agregada de las seis industrias analizadas generó una rentabilidad anual media del 19,02% frente al 7,87% del índice de mercado de referencia, con retornos positivos en 35 de los 37 años analizados. Los propios autores señalan que la demanda de estas empresas queda estructuralmente restringida a un subconjunto de inversores dispuestos a asumir el coste social asociado, lo que reduce la base inversora y eleva el coste de capital implícito.

En el contexto europeo, Sagbakken & Zhang (2022) encuentran que la prima existe cuando se usan modelos de factores estándar, pero desaparece cuando el análisis incorpora los factores de rentabilidad operativa e inversión del modelo de cinco factores de Fama-French. Según los autores, la aparente rentabilidad superior refleja características estructurales propias de estas empresas, como su madurez, alta rentabilidad y política de inversión conservadora. Esto sugiere que el efecto de las exclusiones depende del marco regulatorio y de las normas institucionales de cada mercado.

En una línea complementaria Salaber (2007) analiza las industrias del tabaco, el alcohol y el juego en 18 países europeos y encuentra que la prima requerida por los inversores depende de factores legales y culturales como la preferencia religiosa, la fiscalidad específica del sector y el grado de litigación, un patrón que puede aplicarse también al sector defensa dada su naturaleza igualmente controvertida.

Los propios Fabozzi et al. (2008) reconocen en su metodología de clasificación que la mayoría de las empresas del sector combinan producción de armamento con actividad civil, lo cual complica su categorización, pero no extraen de ello consecuencias analíticas. Esta heterogeneidad operativa ha sido reconocida por la literatura pero no abordada empíricamente, y deja abierta una pregunta relevante: si los efectos documentados sobre seguimiento institucional, prima de rentabilidad y coste de capital se reparten de forma uniforme entre todos los tipos de empresa del sector, o si existen diferencias sistemáticas entre modelos de negocio de distinta naturaleza.

## 2.2. Reacción del sector defensa a eventos geopolíticos

La evidencia más directa sobre la reacción del sector defensa a conflictos armados proviene de estudios de eventos aplicados a episodios concretos. Covachev & Fazakas (2025) examinan una muestra de empresas de defensa cotizadas en bolsas europeas y analizan cómo reaccionaron sus retornos al inicio de la invasión rusa de Ucrania el 24 de febrero de 2022. Utilizando modelos de factores estándar para estimar el retorno esperado, los autores documentan retornos anormales acumulados (CAR) positivos de hasta el 12% en las semanas inmediatamente posteriores al shock. La limitación principal de este enfoque es su horizonte temporal: los retornos anormales en ventanas cortas alrededor del evento no permiten determinar si ese impulso inicial se tradujo en una mejora duradera de la rentabilidad del sector. Adicionalmente, en este mismo estudio, los autores documentan que el intento de golpe liderado por el Grupo Wagner el 23 de junio de 2023 generó retornos anormales negativos de aproximadamente el 1% en el primer día de negociación posterior al evento, lo que sugiere que una señal de posible desescalada del conflicto es interpretada por el mercado como una mala noticia para el sector.

Cuando el análisis se extiende a horizontes más largos y a una muestra de mayor alcance geográfico, la relación entre riesgo geopolítico y retornos presenta una complejidad mayor. Gheorghe & Panazan (2024) aplican metodología de coherencia wavelet para analizar la relación entre el índice de riesgo geopolítico (GPR) y los retornos diarios de 75 empresas de defensa de distintas regiones durante el periodo 2014-2023. La coherencia wavelet es una técnica que estudia la relación entre dos series temporales en el dominio tiempo-frecuencia, permitiendo identificar en qué momentos y en qué escalas temporales ambas variables se mueven de forma conjunta. Sus resultados muestran que la respuesta del sector no es uniforme entre episodios: ante el inicio de la guerra entre Rusia y Ucrania en 2022, el 81,4% de las empresas de la muestra presenta una relación estadísticamente significativa entre el GPR y sus retornos; durante la pandemia de COVID-19, la influencia sobre los retornos del sector fue negativa y moderada, afectando solo al 30,6% de las empresas de la muestra; y ante el episodio de Crimea en 2014, el 50,6% de las empresas de la muestra presentó una reacción inmediata, con una respuesta geográficamente heterogénea concentrada principalmente en empresas europeas, estadounidenses y surcoreanas, y de menor alcance que la registrada ante la guerra

de Ucrania en 2022. Los autores interpretan estos resultados como evidencia del fenómeno conocido como *flight-to-arms*, por el que los inversores redirigen capital hacia el sector defensa en periodos de tensión geopolítica elevada.

En una línea complementaria, Zhang et al. (2022) analizan una muestra de 36 empresas globales del sector aeroespacial y de defensa de diez países y tres continentes, también mediante metodología wavelet. Los autores documentan que el GPR lidera el co-movimiento con los retornos y la volatilidad de las principales empresas estadounidenses y europeas de la muestra, con un efecto predominantemente positivo, de modo que los aumentos en el índice de riesgo geopolítico tienden a ir seguidos de incrementos en los retornos de estas empresas, coherente con un patrón de reasignación de capital hacia el sector ante expectativas de mayor gasto militar. Este co-movimiento es especialmente pronunciado en escalas temporales medias y largas, lo que sugiere que el impacto del riesgo geopolítico tiene un componente estructural que va más allá de la reacción inmediata al evento.

En conjunto, estos trabajos documentan de forma consistente que el sector defensa muestra una sensibilidad diferenciada al riesgo geopolítico, con retornos que tienden a responder positivamente a episodios de conflicto o tensión. Sin embargo, la evidencia se construye principalmente sobre retornos brutos y retornos anormales en ventanas cortas, sin incorporar el riesgo como dimensión de análisis.

### **2.3. Heterogeneidad estructural del sector defensa**

Beaver et al. (2024) documentan que entre 2017 y 2023 la inversión en investigación, desarrollo, pruebas y evaluación (RDT&E) de la Fuerza Aérea estadounidense superó por primera vez al gasto en adquisición de equipamiento, invirtiendo una tendencia histórica mantenida durante décadas. La pregunta que surge de ello es si esta transformación en la demanda se ha traducido en una diferenciación observable entre los tipos de empresa que la satisfacen.

En el plano europeo, Federico Caviggioli et al. (2018), en un informe elaborado para el Joint Research Centre de la Comisión Europea, analizan 63.714 familias de patentes del sector

defensa entre 2002 y 2012 y documentan que la innovación está altamente concentrada: los veinte mayores titulares acumulan el 40% del total de invenciones. Identifican además una tendencia creciente hacia campos no tradicionales, especialmente tecnologías de la información, y cifran en un 41% la proporción de invenciones con aplicaciones tanto civiles como militares. Estos datos sugieren que el ecosistema de proveedores del sector no es homogéneo, sino que conviven grandes contratistas especializados con actores tecnológicos, lo que refuerza la idea de una diferenciación estructural creciente.

En el ámbito estadounidense, Howell et al. (2021) documentan que los grandes contratistas de defensa han experimentado un declive sostenido en calidad innovadora desde los años noventa. Sus patentes pasaron de recibir un 15% más de citas externas que la media de su categoría tecnológica en 1976 a un 60% menos en 2019. En paralelo, el ecosistema de proveedores se ha abierto a nuevas firmas: el programa SBIR Open de la Fuerza Aérea, diseñado para reducir barreras de entrada a startups tecnológicas, muestra efectos causales positivos sobre la obtención de capital riesgo y la actividad patentadora, lo que sugiere que la innovación de frontera en defensa se genera cada vez más fuera de la base industrial tradicional (Griffin, 2019, citado en Howell et al. 2021). La limitación del trabajo es que su análisis se centra en dinámicas de contratación e innovación sin abordar las implicaciones financieras de esta transformación para los inversores, laguna que el presente estudio busca contribuir a cubrir.

En conjunto, esta literatura reconoce que el sector defensa ha experimentado una transformación que ha favorecido la aparición de dos tipos de empresa con modelos de negocio distintos. Por un lado, los fabricantes de plataformas tradicionales, cuyo núcleo de actividad permanece en el hardware y los sistemas completos. Por otro, los proveedores de capacidades tecnológicas, orientados a software, sensores, inteligencia y sistemas no tripulados. Lo que la literatura no ha explorado es si esa diferenciación operativa se traduce en perfiles de riesgo y rentabilidad distintos entre ambos tipos de empresa.

### **2.4. Síntesis crítica y laguna de investigación**

La evidencia sobre el tratamiento diferenciado del sector como activo controvertido es sólida, con efectos documentados sobre su cobertura analítica, su demanda institucional y su coste de

capital, aunque la magnitud de estos efectos varía según el contexto geográfico e institucional (Fabozzi et al., 2008; Hong & Kacperczyk, 2009; Sagbakken & Zhang, 2022). La sensibilidad del sector a episodios de conflicto y tensión geopolítica está bien documentada a través de retornos anormales en ventanas cortas y análisis de co-movimiento en el dominio tiempo-frecuencia, con resultados que varían según el episodio y el horizonte temporal considerado (Covachev & Fazakas, 2025; Gheorghe & Panazan, 2024; Zhang et al., 2022). A ello se suma la evidencia de una transformación estructural del sector, con una reorientación presupuestaria hacia capacidades tecnológicas y una diferenciación creciente entre tipos de proveedor (Beaver et al., 2024; Federico Caviggioli et al., 2018).

Sin embargo, esta literatura presenta dos limitaciones que este trabajo aborda de forma directa. La primera es metodológica. Los estudios aplicados al sector se han centrado principalmente en retornos brutos o retornos anormales en ventanas cortas alrededor de eventos, sin evaluar si la rentabilidad obtenida compensa el riesgo asumido en horizontes más largos. La segunda es estructural. Pese a la heterogeneidad operativa reconocida por la literatura, no existe evidencia sistemática que compare el perfil de riesgo y rentabilidad entre modelos de negocio distintos dentro del propio sector. La pregunta de si esas diferencias operativas se traducen en perfiles de inversión distintos y estables bajo distintos regímenes geopolíticos no ha sido abordada por la literatura financiera.

### **3. Metodología**

#### **3.1. Procedimiento empírico**

##### *3.1.1. Marco teórico: evaluación de carteras ajustada por riesgo*

###### **a) Modelo de Markowitz y frontera eficiente**

El análisis de carteras en finanzas modernas se apoya en el enfoque media varianza, en el que la elección de inversión se formula como un equilibrio entre la rentabilidad esperada y el riesgo asumido. En su formulación seminal, Markowitz propone medir el riesgo mediante la varianza de los rendimientos y argumenta que, bajo incertidumbre, el criterio de decisión no consiste en perseguir únicamente la mayor rentabilidad esperada, sino en seleccionar combinaciones de activos que resulten eficientes en términos de riesgo y retorno (Markowitz, 1952). Esta

perspectiva desplaza el foco desde el activo individual hacia la cartera como unidad económica relevante y sitúa la diversificación como instrumento central para gestionar el riesgo.

El elemento distintivo del modelo es que el riesgo de una cartera no depende solo de la volatilidad individual de cada activo, sino también de cómo se mueven conjuntamente los rendimientos. Por ello, la covarianza entre activos determina el grado en que la diversificación reduce el riesgo total. Si los rendimientos no están perfectamente correlacionados, la combinación de activos puede disminuir la varianza de la cartera sin necesidad de reducir proporcionalmente la rentabilidad esperada, siendo la magnitud de ese beneficio una función directa de las covarianzas y, de forma equivalente, de las correlaciones entre activos (Markowitz, 1952; Perold, 2004). En términos económicos, esta intuición implica que dos carteras con el mismo retorno esperado pueden tener un nivel de riesgo distinto en función de su estructura de dependencias internas.

En notación estándar, para una cartera de  $N$  activos con pesos  $w_i$ , la rentabilidad esperada se expresa como la suma ponderada de las rentabilidades esperadas individuales:

$$\mathbb{E}(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i \cdot \mathbb{E}(R_i)$$

El riesgo total bajo el enfoque media varianza se mide por la varianza de la cartera, que incorpora varianzas individuales y covarianzas entre activos:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij}$$

donde  $\sigma_{ij}$  representa la covarianza entre los rendimientos de los activos  $i$  y  $j$ , y  $\sigma_{ii}$  coincide con la varianza  $\sigma_i^2$ . De forma equivalente, puede escribirse separando el componente de varianzas individuales y el componente cruzado de covarianzas:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_i w_j \sigma_{ij}$$

Estas expresiones permiten entender por qué la diversificación no depende únicamente de añadir activos, sino de incorporar aquellos cuyas covarianzas con el resto contribuyan a reducir la varianza agregada (Markowitz, 1952; Perold, 2004). En consecuencia, el modelo proporciona un criterio operativo para comparar carteras, basado en su posición relativa en el plano riesgo retorno.

A partir de este marco, Markowitz define como cartera eficiente aquella que, para un nivel dado de varianza, maximiza la rentabilidad esperada, o, de forma equivalente, que para una rentabilidad esperada dada minimiza la varianza. El conjunto de todas las carteras eficientes configura la frontera eficiente, que resume las combinaciones riesgo retorno que no pueden ser mejoradas simultáneamente en ambos criterios (Markowitz, 1952). En términos de interpretación, cualquier cartera situada por debajo de la frontera eficiente resulta ineficiente, ya que existe otra cartera con mayor rentabilidad esperada para el mismo nivel de riesgo, o menor riesgo para la misma rentabilidad esperada.

La derivación de la frontera eficiente se plantea como un problema de optimización cuadrática, en el que los pesos  $w_i$  se determinan para minimizar  $\sigma_p^2$  dado un objetivo de rentabilidad esperada, o para maximizar  $E(R_p)$  dado un nivel máximo de riesgo. En la formulación clásica, esta optimización suele presentarse junto con restricciones de inversión que facilitan la interpretación económica. Dos restricciones habituales son la restricción de presupuesto,

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1$$

y la no negatividad de los pesos,

$$w_i \geq 0 \text{ para todo } i$$

que excluye posiciones cortas. Estas restricciones describen un contexto sin apalancamiento y con posiciones largas, aunque su adopción depende del propósito del análisis y de los supuestos del ejercicio (Markowitz, 1952). En esencia, la eficiencia de una cartera se evalúa comparando su rentabilidad esperada con su riesgo total, medido por la varianza o, de forma equivalente, por la volatilidad. Esta lógica de eficiencia se traslada directamente a la evaluación empírica de carteras.

El enfoque media varianza sirve de base para evaluar el desempeño ajustado por riesgo. Cuando el objetivo empírico es comparar carteras construidas con criterios homogéneos y comprobar cuál remunera mejor el riesgo asumido, es habitual utilizar métricas que relacionen el exceso de rentabilidad sobre el activo libre de riesgo con la volatilidad. En este contexto, el ratio de Sharpe resume la compensación riesgo-retorno y facilita la comparación entre carteras con distinta volatilidad.

### **b) Ratio de Sharpe y elección de la métrica**

El ratio de Sharpe es una de las métricas más utilizadas para evaluar rentabilidad ajustada por riesgo. Fue propuesto originalmente por Sharpe y desarrollado posteriormente en trabajos de revisión (Sharpe, 1994). Su lógica es sencilla: relaciona el exceso de rentabilidad de un activo o cartera respecto a un activo libre de riesgo con la volatilidad de sus rendimientos. De este modo, el ratio permite comparar inversiones con perfiles de riesgo distintos y valorar cuál ofrece una compensación más eficiente por la incertidumbre asumida.

La expresión habitual del ratio es:

$$S = \frac{R_c - R_f}{\sigma_c}$$

donde  $S$  es el ratio de Sharpe,  $R_c$  es la rentabilidad de la cartera,  $R_f$  es la rentabilidad del activo libre de riesgo y  $\sigma_c$  es la volatilidad de la cartera. En la aplicación empírica,  $R_f$  y  $\sigma_c$  se miden con la misma frecuencia que los rendimientos de la cartera (diaria, semanal o mensual), y el ratio se anualiza cuando procede. En términos interpretativos, valores más altos indican que,

por cada unidad de volatilidad, la cartera ofrece un mayor exceso de rentabilidad. Por tanto, esta métrica resulta especialmente útil cuando se comparan carteras o activos que pueden tener rentabilidades similares, pero niveles de riesgo muy distintos.

En el caso del sector defensa, esta métrica es apropiada porque el desempeño del sector está expuesto a episodios de tensión geopolítica que pueden alterar tanto la rentabilidad como el riesgo de forma rápida. En consecuencia, emplear una medida de rentabilidad ajustada por riesgo permite evaluar de manera más completa el atractivo financiero del sector y, en el marco de este trabajo, evaluar si esa compensación difiere de forma sistemática entre modelos de negocio dentro del sector.

Frente a métricas alternativas, el ratio de Sharpe resulta el más adecuado para los objetivos de este trabajo. El alfa de Jensen (1968) y el ratio de Treynor (2012) exigen estimar la beta de la cartera respecto a un índice de mercado, limitando el análisis al riesgo sistemático e introduciendo sensibilidad a la elección del benchmark. El ratio de Sortino sustituye la desviación típica por la semivarianza de retornos negativos respecto a un retorno mínimo aceptable, lo que obliga a definir ese umbral de forma específica para cada cartera, un supuesto de difícil justificación en un análisis comparativo (Sortino & Van Der Meer, 1991). El ratio de Sharpe, al relacionar el exceso de retorno con la volatilidad total, opera sin necesidad de un índice de referencia de mercado y ofrece una medida directamente comparable entre carteras. Sharpe (1994) señala explícitamente que el ratio es especialmente adecuado cuando se elige entre fondos de un mismo tipo, siendo consistente con el marco media-varianza de Markowitz.

### *3.1.2. Cálculo de retornos y métricas de la cartera*

El primer paso para calcular el Sharpe Ratio de cada cartera es construir su serie de retornos diarios. Sharpe (1994) señala que, para maximizar el contenido informativo de las estimaciones, es preferible trabajar con periodos de medición lo más cortos posible y anualizar posteriormente los resultados. Siguiendo este principio, se utiliza frecuencia diaria, lo que maximiza el número de observaciones disponibles para estimar la volatilidad con mayor precisión, algo especialmente relevante en empresas con historiales cortos. Para cada empresa, el retorno de un día se calcula como la variación porcentual respecto al día anterior:

$$r_{i,t} = \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} - 1$$

donde  $P_{i,t}$  es el precio total de retorno de la empresa  $i$  en el día  $t$ . Se utilizan retornos simples en lugar de logarítmicos por razones de interpretabilidad directa y por ser el estándar en el cálculo del Sharpe Ratio (Sharpe, 1994). Para horizontes diarios, la diferencia entre ambos es mínima.

A partir de estos retornos individuales, el retorno diario de cada cartera se obtiene como el promedio simple de las empresas del grupo con datos disponibles ese día:

$$R_{cartera,t} = \frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^{N_t} r_{i,t}$$

El resultado es una única serie temporal diaria por grupo, que refleja lo que habría experimentado un inversor con posiciones iguales en todas las empresas del grupo.

Para poder calcular el Sharpe Ratio y comparar entre años, estas métricas diarias se convierten a base anual. La rentabilidad se anualiza multiplicando la media diaria por el número de días de mercado en un año, convencionalmente fijado en 252. La volatilidad, al ser una desviación típica, escala con la raíz cuadrada de ese mismo factor, dado que la varianza es aditiva en el tiempo (Sharpe, 1994):

$$R_{anual} = \bar{r}_{diario} \times 252$$

$$\sigma_{anual} = \sigma_{diario} \times \sqrt{252}$$

### 3.1.3. Cálculo del Ratio de Sharpe

En línea con el marco teórico desarrollado en la sección 3.1.1, el Sharpe Ratio se calcula para cada cartera y año como el cociente entre el exceso de rentabilidad sobre la tasa libre de riesgo y la volatilidad anual:

$$SR_{g,t} = \frac{R_{anual,g,t} - R_{f,t}}{\sigma_{anual,g,t}}$$

Un valor positivo indica que la cartera ha generado rentabilidad por encima de la tasa libre de riesgo por cada unidad de riesgo asumido. Un valor negativo señala que la rentabilidad obtenida no ha llegado a compensar ese coste de oportunidad mínimo. Valores superiores a 1 se interpretan habitualmente como una buena relación riesgo-retorno.

El análisis se estructura en dos niveles complementarios. En primer lugar, se calcula el Sharpe Ratio de cada cartera para cada año del periodo 2003–2025, lo que permite observar la evolución temporal de ambos grupos y detectar patrones de comportamiento diferencial. En segundo lugar, los resultados se agregan en cuatro subperiodos definidos por eventos macroeconómicos y geopolíticos, cuya delimitación se detalla en la sección 3.2.

### **3.2. Datos y muestra**

La muestra se construye a partir de los componentes del VanEck Defense UCITS ETF según su ficha de producto con fecha de referencia 31 de diciembre de 2025. En dicha fecha, el fondo incluye 36 compañías cotizadas con exposición al sector defensa y replica el MarketVector Global Defense Industry Index (VanEck Asset Management B.V., 2025b). Esta composición se utiliza como proxy operativo para delimitar un universo representativo del sector bajo una regla de selección objetiva y replicable, no como una reconstrucción del conjunto invertible en cada año del periodo analizado. El universo elegible se compone de empresas que derivan una parte sustancial de sus ingresos de la industria militar o de defensa, con un umbral general del 50% de ingresos vinculados a dichas actividades (25% para los componentes actuales del índice) (VanEck Asset Management B.V., 2025a). El análisis abarca desde enero de 2003 hasta diciembre de 2025, utilizando la composición del ETF a 31 de diciembre de 2025 como referencia fija, dado que es la más reciente disponible en el momento de diseñar el estudio.

A partir de este universo, las 36 empresas se clasifican en dos tipologías operativas según su modelo de negocio predominante. El grupo de Defensa Tradicional agrupa a empresas cuyo núcleo de actividad se centra en el diseño, fabricación e integración de plataformas y sistemas

de defensa completos, incluyendo aeronaves, buques de guerra, vehículos blindados y sistemas de misiles, junto con el mantenimiento y soporte del hardware asociado. El grupo de Defensa Tecnológica agrupa a empresas cuya actividad principal se basa en capacidades tecnológicas aplicadas a misiones críticas, como software de defensa, inteligencia artificial, ciberseguridad, comunicaciones tácticas, sensores y electrónica avanzada, autonomía y sistemas no tripulados. Esta distinción refleja la transformación que ha experimentado el sector en las últimas décadas, con la incorporación progresiva de empresas tecnológicas especializadas junto a los grandes contratistas industriales tradicionales.

La clasificación de empresas en Defensa Tradicional y Defensa Tecnológica se basa en la identificación de la actividad principal y el núcleo del modelo de negocio, siguiendo criterios observables y verificables. Este enfoque es consistente con metodologías de clasificación sectorial basadas en actividad económica predominante (OECD, 2002, citado en Moncada-Paternò-Castello et al., 2020). El proceso de clasificación sigue una jerarquía de criterios:

1. **Actividad principal observable:** Se identifica el núcleo de negocio de la empresa mediante la descripción de sus operaciones principales (Business Profile en FactSet Terminal), segmentos de negocio reportados y tipo de productos/servicios ofrecidos. Empresas cuya actividad se centra en el diseño, fabricación y mantenimiento de plataformas y sistemas completos de defensa (aeronaves, buques, vehículos blindados, misiles) se clasifican como Defensa Tradicional. Empresas cuya actividad principal se basa en capacidades tecnológicas aplicadas a misiones críticas (software, inteligencia, ciberseguridad, sensores, sistemas no tripulados, servicios IT para defensa) se clasifican como Defensa Tecnológica.
2. **Segmentación de ingresos para casos diversificados:** Cuando una empresa presenta diversificación significativa entre segmentos, se utiliza como referencia la exposición de ingresos por sector/industria reportada en FactSet Terminal (Revenue Exposure by Sector/Industry). Este criterio permite asignar la empresa al grupo que mejor representa su modelo de negocio predominante.
3. **Punto temporal de clasificación:** La clasificación se realiza con base en la información disponible en FactSet Terminal en febrero de 2026 y se mantiene fija durante todo el

horizonte de análisis (2003 a 2025). Esta elección operativa busca definir grupos comparables de forma consistente a lo largo del tiempo, evitando cambios frecuentes en la composición de las carteras que dificultarían la interpretación de diferencias en desempeño entre tipologías.

La aplicación de estos criterios resulta en 14 empresas de Defensa Tradicional (39%) y 22 empresas de Defensa Tecnológica (61%), cuya asignación individual se detalla en el Anexo A.

Los datos de precios se obtienen de FactSet Terminal utilizando la serie Total Return Gross en dólares estadounidenses, que incorpora la reinversión de dividendos brutos y los ajustes por eventos corporativos, capturando así la rentabilidad total del accionista. La tasa libre de riesgo se obtiene de la base de datos FRED de la Reserva Federal, utilizando el rendimiento de las letras del Tesoro estadounidense a un mes (DGS1MO). Se elige este plazo por coherencia metodológica, ya que los instrumentos a mayor plazo incorporan riesgo de duración que no es propio de un activo libre de riesgo en el contexto de este análisis. El uso del dólar estadounidense como divisa base para todas las series garantiza la comparabilidad entre empresas cotizadas en distintos mercados a lo largo del periodo de análisis.

La serie DGS1MO se publica diariamente como tasa anualizada en porcentaje. Para obtener la  $R_f$  de cada año, se calcula la media simple de todos los valores diarios disponibles y se convierte a decimal. Este valor representa el rendimiento que habría obtenido un inversor renovando T-Bills a un mes a lo largo del año, y es coherente con las rentabilidades anuales calculadas a partir de datos diarios. La Tabla 1 recoge los valores anuales de la tasa libre de riesgo utilizados en el cálculo del ratio de Sharpe a lo largo del horizonte analizado.

Tabla 1. *Tasa libre de riesgo anual (T-Bill a 1 mes), 2003–2025*

<b>Año</b>	<b>Rf anual</b>
2003	1.019
2004	1.270
2005	3.000
2006	4.752
2007	4.409
2008	1.293
2009	0.096
2010	0.115
2011	0.040
2012	0.071
2013	0.046
2014	0.028
2015	0.036
2016	0.255
2017	0.851
2018	1.843
2019	2.117
2020	0.353
2021	0.041
2022	1.672
2023	5.140
2024	5.267
2025	4.262

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de FRED (Reserva Federal de St. Louis).*

Con el fin de contextualizar la muestra, la Tabla 2 recoge la información básica de cada compañía incluida en el estudio, incluyendo el identificador de valor utilizado en la extracción de datos en FactSet Terminal y el primer año con datos disponibles en FactSet.

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

Tabla 2. *Composición de la muestra y clasificación Defensa Tradicional vs Defensa Tecnológica (VanEck Defense UCITS ETF, 31/12/2025)*

<i>Empresa</i>	<i>Identificador</i>	<i>Tipología</i>	<i>País</i>	<i>Actividad principal</i>	<i>Año Base</i>
<i>Aerovironment Inc</i>	AVAV-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Sistemas robóticos no tripulados para defensa. Incluye UAS pequeños (drones), municiones merodeadoras y servicios asociados. Área de I+D (MacCready Works) en plataformas de gran altitud, robótica y sensores.	2007
<i>Amentum Holdings Inc</i>	AMTM-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Servicios para misiones críticas en mercados públicos y comerciales. Opera en: Digital Solutions (analítica, espacio, ciber, IT) y Global Engineering Solutions (remediación ambiental, energía/nuclear, ingeniería de plataformas, cadena de suministro).	2024
<i>Babcock International Group Plc</i>	BAB-GB	Defensa Tradicional	Reino Unido	Soporte e ingeniería de ciclo de vida completo para gobiernos. Opera en: Marine (submarinos y buques), Land (gestión de flotas, formación), Aviation (entrenamiento aéreo, emergencias) y Nuclear (ingeniería, desmantelamiento).	1992
<i>Bigbear.Ai Holdings Inc</i>	BBAI-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Análítica avanzada y plataformas de datos para la toma de decisiones. Soluciones de IA y <i>machine learning</i> enfocadas principalmente a clientes de defensa e inteligencia, además del mercado comercial.	2021
<i>Booz Allen Hamilton Holding Corp</i>	BAH-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Consultoría de gestión y tecnología con foco en defensa y sector público. Ofrece servicios de analítica, soluciones digitales, ingeniería y ciberseguridad.	2011
<i>Caci International Inc</i>	CACI-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Servicios de información para seguridad nacional y sector público. Opera en: Domestic Operations (C2, ciber, IT, inteligencia) e International Operations (servicios IT, software y datos).	1980
<i>Curtiss-Wright Corp</i>	CW-US	Defensa Tradicional	Estados Unidos	Ingeniería para aeroespacial, defensa y energía. Divisiones: Aerospace & Industrial (sensores, actuadores, servicios), Defense Electronics (computación COTS, comunicaciones tácticas) y Naval & Power (propulsión naval, energía nuclear).	1972
<i>Dassault Aviation Sa</i>	AM-FR	Defensa Tradicional	Francia	Fabricante de aviones militares y jets ejecutivos. Produce la familia Falcon (negocios) y aeronaves militares, incluyendo servicios de soporte y mantenimiento.	1990
<i>Elbit Systems Ltd</i>	ESLT-IL	Defensa Tecnológica	Israel	Sistemas de defensa y seguridad nacional para aplicaciones aéreas, terrestres y navales. Provee servicios de entrenamiento, soporte y mantenimiento orientados a defensa y <i>homeland security</i> .	1999
<i>Hanwha Aerospace Co Ltd</i>	012450-KR	Defensa Tradicional	Corea del Sur	Actividad aeroespacial y de defensa. Principales negocios: motores y componentes aeronáuticos (turbinas), equipamiento militar, seguridad (CCTV, IT) y sistemas satelitales de observación.	1994
<i>Hanwha Systems Co Ltd</i>	272210-KR	Defensa Tecnológica	Corea del Sur	Equipos de defensa y soluciones tecnológicas. Opera en: Defensa (sistemas tierra, aire y naval) e ICT ( <i>Information and Communication Technology</i> ).	2019
<i>Hensoldt Ag</i>	HAG-DE	Defensa Tecnológica	Alemania	Sensores para defensa y seguridad. Opera en: Sensors (radar, soluciones navales, dominio del espectro, aéreo) y Optronics (optrónica, óptica e instrumentos de precisión para tierra, mar y aire).	2020
<i>Huntington Ingalls Industries Inc</i>	HII-US	Defensa Tradicional	Estados Unidos	Construcción naval militar. Divisiones: Ingalls (buques no nucleares, anfibios, combate), Newport News (portaaviones y submarinos nucleares) y Mission Technologies (soluciones IT/misión, sistemas no tripulados, soporte flotas).	2011

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

<i>Hyundai Rotem Co Ltd</i>	064350-KR	Defensa Tradicional	Corea del Sur	Material ferroviario y defensa terrestre. Divisiones: Railway (trenes), Defense (carros de combate, blindados, simuladores) y Plant (ingeniería de plantas industriales).	2013
<i>Karman Holdings Inc</i>	KRMN-US	Defensa Tradicional	Estados Unidos	Diseño, testeo y fabricación de sistemas para misiles. Su oferta incluye soluciones de protección y despliegue de carga útil, sistemas aerodinámicos interetapa y propulsión.	2025
<i>Kbr Inc</i>	KBR-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Servicios de ingeniería y soporte tecnológico para proyectos públicos. Se organiza en: Government Solutions (I+D, ingeniería de sistemas, C5ISR, ciber, espacio, logística) y Sustainable Technology Solutions (refino, petroquímica y procesos químicos).	2006
<i>Korea Aerospace Industries Ltd</i>	047810-KR	Defensa Tradicional	Corea del Sur	Fabricante aeroespacial de aeronaves de ala fija y rotatoria, estructuras y modernización. Desarrolla sistemas de entrenamiento, UAV y programas espaciales.	2011
<i>Kratos Defense &amp; Security Solutions Inc</i>	KTOS-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Productos y servicios para misiones críticas de seguridad nacional. Opera en: Government Solutions (microondas, espacio, ciber, entrenamiento) y Unmanned Systems (sistemas no tripulados aéreos, terrestres y marítimos; mando y control).	1999
<i>Leidos Holdings Inc</i>	LDOS-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Servicios para defensa, inteligencia y sector público. Se organiza en: Defense Solutions (modernización digital, C4ISR, logística, espacio), Civil (infraestructura, seguridad) y Health (soluciones para clientes federales y veteranos).	2006
<i>Leonardo Drs Inc</i>	DRS-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Tecnología de defensa para clientes militares y de inteligencia. Opera en: Advanced Sensors & Computing (sensores, electrónica y computación de red) e Integrated Mission Systems (integración de vehículos terrestres y propulsión naval).	1985
<i>Leonardo Spa</i>	LDO-IT	Defensa Tradicional	Italia	Aeronáutica, defensa y seguridad. Áreas principales: helicópteros, electrónica y sistemas de misión (sensores/integración), aeronáutica (combate, UAV), espacio y sistemas de defensa (misiles, naval, blindados).	1985
<i>Mercury Systems Inc</i>	MRCY-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Soluciones de procesamiento para misiones aeroespaciales y de defensa. Incluye: procesamiento seguro, soluciones de señal, <i>displays</i> , software, redes y almacenamiento.	1998
<i>Moog Inc</i>	MOG.A-US	Defensa Tradicional	Estados Unidos	Sistemas de control de movimiento y fluidos de alta precisión. Divisiones: Space & Defense, Military Aircraft, Commercial Aircraft e Industrial.	1980
<i>Next Vision Stabilized Systems Ltd</i>	NXSN-IL	Defensa Tecnológica	Israel	Diseño y fabricación de cámaras estabilizadas ( <i>gimbals</i> ) para uso diurno y nocturno. Sistemas para vehículos terrestres y aéreos, con especialización en micro y mini drones.	2021
<i>Ondas Holdings Inc</i>	ONDS-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Sistemas de comunicaciones inalámbricas seguras para redes críticas. Opera en: Ondas Networks (conectividad industrial crítica) y Ondas Autonomous Systems (drones comerciales, sistemas Optimus y Scout).	2018
<i>Osi Systems Inc</i>	OSIS-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Sistemas electrónicos especializados para aplicaciones críticas. Opera en: Security (inspección y seguridad), Optoelectronics & Manufacturing (componentes y fabricación) y Healthcare (monitorización y <i>connected care</i> ).	1997
<i>Palantir Technologies Inc</i>	PLTR-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Desarrollo de plataformas de datos y sistemas operativos para organizaciones. Opera en segmentos Comercial y Gobierno (defensa/inteligencia). Especializada en integración de datos, analítica a gran escala y soporte a decisiones operativas.	2020

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

<i>Parsons Corp</i>	PSN-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Tecnología y servicios para seguridad nacional e infraestructuras críticas. Opera en: Federal Solutions (ciber, defensa antimisiles, C5ISR, espacio, geoespacial) y Critical Infrastructure (diseño e ingeniería de infraestructuras físicas y digitales).	2019
<i>Planet Labs Pbc</i>	PL-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Observación de la Tierra mediante constelación de satélites. Ofrece datos e <i>insights</i> de alta frecuencia a través de una plataforma web de imágenes y analítica para la toma de decisiones.	2021
<i>Qinetiq Group Plc</i>	QQ-GB	Defensa Tecnológica	Reino Unido	Desarrollo tecnológico y consultoría para defensa y seguridad. Se organiza en: EMEA Services (ensayo, evaluación, formación) y Global Products (resto de líneas de producto y negocio global).	2006
<i>Renk Group Ag</i>	R3NK-DE	Defensa Tradicional	Alemania	Soluciones de transmisión y propulsión para aplicaciones civiles y militares. Cartera: cajas de engranajes, <i>power packs</i> , propulsión híbrida, suspensión, rodamientos, embragues y sistemas de test.	2024
<i>Rtx Corp</i>	RTX-US	Defensa Tradicional	Estados Unidos	Proveedor global de sistemas aeroespaciales y defensa. Opera mediante: Collins (aviónica/sistemas), Pratt & Whitney (motores), Intelligence & Space (sensores/ciber) y Missiles & Defense (sistemas antimisiles).	1978
<i>Saab Ab</i>	SAAB.B-SE	Defensa Tradicional	Suecia	Soluciones para defensa, aviación y seguridad civil. Áreas: Aeronautics (tecnología aérea), Dynamics (armamento, misiles, submarinos), Surveillance (vigilancia y detección), Kockums (naval) y Combitech (consultoría tecnológica).	1998
<i>Science Applications International Corp</i>	SAIC-US	Defensa Tecnológica	Estados Unidos	Servicios técnicos, de ingeniería e IT para proyectos complejos del sector público. Foco en integración de sistemas e infraestructuras. Clientes clave: DoD, NASA y agencias de inteligencia	2013
<i>Singapore Technologies Engineering Ltd</i>	S63-SG	Defensa Tradicional	Singapur	Ingeniería y servicios industriales para defensa. Incluye integración, mantenimiento y capacidades de plataforma en dominios terrestre y naval.	1998
<i>Thales SA</i>	HO-FR	Defensa Tecnológica	Francia	Sistemas electrónicos para los mercados de defensa, aeroespacial y seguridad. Incluye protección de infraestructuras, aviónica, satélites y soluciones de identidad digital.	1990

Fuente: *Elaboración propia a partir de VanEck Asset Management B.V. (2025b) y FactSet Terminal.*

El sector defensa no cuenta con índices oficiales que separen los dos modelos de negocio analizados. Los principales ETFs y referencias sectoriales del sector, incluido el VanEck Defense UCITS ETF utilizado como universo de partida, agrupan empresas de ambas tipologías sin distinción, lo que hace inviable cualquier comparación directa de su perfil riesgo-retorno. Ante esta limitación, se construyen dos carteras sintéticas equiponderadas, una por cada grupo, que representan financieramente cada modelo de negocio en el mercado. En cada cartera, todas las empresas del grupo tienen el mismo peso, y la composición en cada momento se limita a las empresas con datos disponibles, sin rebalanceo activo. Estas carteras no son una estrategia de inversión, sino el instrumento que hace posible el análisis, ya que sin ellas no existiría una magnitud observable con la que comparar ambos modelos de negocio.

### 3.2.1. Delimitación de los subperiodos de análisis

Los resultados se agregan en cuatro subperiodos definidos por eventos macroeconómicos y geopolíticos que la literatura financiera reconoce como puntos de ruptura en el comportamiento de los mercados:

#### **a) Gasto en defensa tras Irak (2003–2007)**

El ciclo de gasto militar asociado a la invasión de Irak (marzo 2003) y el conflicto en Afganistán impulsó el gasto militar estadounidense un 33,8% en términos nominales, de 441.000 a 590.000 millones de dólares (*SIPRI Military Expenditure Database*, 2024). Este entorno de demanda pública sostenida se tradujo directamente en los mercados financieros: el índice S&P 500 Aerospace & Defense superó al S&P 500 de forma especialmente pronunciada entre marzo de 2003 y finales de 2007, coincidiendo con el periodo de mayor intensidad bélica en Irak (Levy et al., 2011).

#### **b) Defensa en la crisis financiera (2008–2010)**

La quiebra de Lehman Brothers en septiembre de 2008 desencadenó una crisis financiera global que provocó una contracción generalizada y severa de los mercados de renta variable a nivel mundial. Este periodo introduce una tensión analítica relevante para el presente estudio ya que mientras los mercados se desplomaban, el gasto militar estadounidense continuó creciendo hasta alcanzar 661.000 millones de dólares en 2009, lo que supuso un incremento del 7,7% en términos reales respecto al ejercicio anterior. El gasto en seguridad fue además expresamente excluido por la Administración Obama de un plan trienal de recortes en el gasto discrecional orientado a reducir el déficit presupuestario (Perlo-Freeman et al., 2010). La caída bursátil del sector aeroespacial y de defensa en 2008 reflejó, sin embargo, una huida generalizada del inversor hacia activos seguros más que un deterioro en los fundamentales del sector, cuya prima de valoración frente al S&P 500 se había mantenido desde 2002 (Levy et al., 2011). Este desacoplamiento entre el gasto gubernamental y la cotización bursátil constituye uno de los elementos más relevantes a analizar en el comportamiento de las carteras durante este subperiodo.

**c) Ajuste presupuestario y mercados de defensa (2011–2019)**

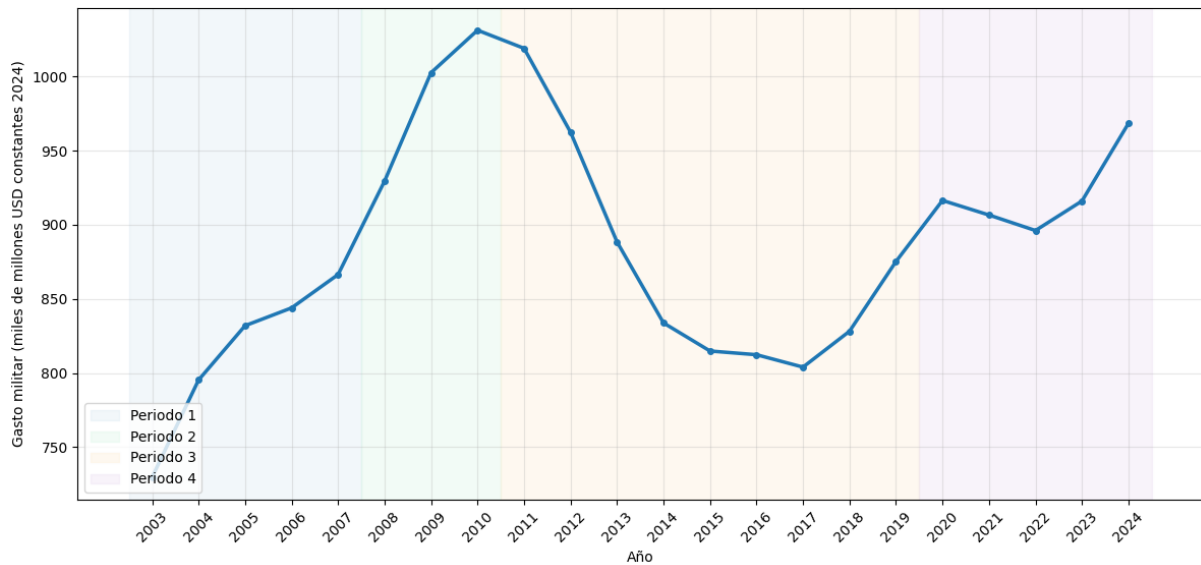
La aprobación del Budget Control Act en 2011 y la activación del mecanismo de *sequestration* en marzo de 2013 inauguraron el periodo de mayor austeridad presupuestaria en defensa desde el fin de la Guerra Fría. El gasto militar estadounidense cayó un 7,8% en términos reales en 2013, situándose en 640.000 millones de dólares (Perlo-Freeman & Solmirano, 2014). Sin embargo, la respuesta de los mercados fue contraintuitiva: el MSCI World Aerospace and Defense Index registró una revalorización del 53,8% en 2013, casi el doble que el 26,7% del mercado global (MSCI Inc., 2026). Este entorno de recortes presupuestarios combinados con una fuerte revalorización bursátil del sector constituye el contexto de referencia para evaluar el comportamiento relativo de la cartera de defensa tecnológica frente a la cartera tradicional durante este subperiodo.

**d) COVID-19, Ucrania y rearme en Europa (2020–2025)**

La pandemia de COVID-19 generó una fuerte volatilidad inicial en los mercados, pero no interrumpió la tendencia de aumento del gasto militar global. En 2022, año que marca el inicio del rearme asociado a la invasión rusa de Ucrania, el gasto militar mundial alcanzó un máximo histórico de 2,24 billones de dólares y el de Europa Central y Occidental superó por primera vez en términos reales el nivel registrado al final de la Guerra Fría (Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), 2023). Este punto de inflexión, en el que la guerra en Ucrania impulsa a los Estados europeos de la OTAN a acercarse al objetivo del 2% del PIB en defensa, justifica la elección de este subperiodo como referencia para analizar el comportamiento de la cartera en un entorno de rearme acelerado (North Atlantic Treaty Organization, 2024; Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), 2024).

La Ilustración 2 recoge la evolución del gasto militar estadounidense en precios constantes durante el horizonte analizado, con los cuatro subperiodos sombreados. El gráfico ilustra visualmente los ciclos presupuestarios que fundamentan su delimitación: el pico asociado a las guerras de Irak y Afganistán que alcanza su máximo en 2010, la caída sostenida del Periodo 3 tras la activación del *sequestration*, y la recuperación del Periodo 4 impulsada por el rearme post-Ucrania.

Ilustración 2. Evolución del gasto militar de EE.UU., 2003–2024 (precios constantes de 2024)



Fuente: *Elaboración propia a partir de SIPRI Military Expenditure Database (2024).*

El análisis por subperiodos es especialmente relevante en el sector defensa, donde la demanda de cada modelo de negocio responde de forma asimétrica a distintos tipos de conflicto y ciclo presupuestario, como documenta la literatura revisada en el Capítulo 2.

### 3.2.2. Construcción de las carteras sintéticas como proxy de los modelos de negocio

Cada cartera agrupa las empresas de su tipología y les asigna el mismo peso. Se opta por una ponderación equiponderada para evitar que las empresas de mayor capitalización dominen el resultado, lo que haría que la cartera reflejase el comportamiento de unos pocos componentes en vez del grupo completo. Al dar el mismo peso a todas, el Sharpe resultante refleja el comportamiento medio del modelo de negocio, no el de sus componentes más grandes. La cartera considera únicamente las empresas con datos disponibles en cada momento, sin imputar valores faltantes.

La muestra presenta un panel no balanceado, ya que no todas las empresas cuentan con datos para el periodo completo. Varias compañías de Defensa Tecnológica salieron a bolsa después de 2010, por lo que en los primeros años del análisis el número de empresas con datos es menor,

especialmente en ese grupo. Ante esta situación, se opta por no imputar ni rellenar datos faltantes. Cuando una empresa no tiene datos en un periodo determinado, simplemente no entra en el cálculo de ese periodo. Para garantizar la representatividad de las métricas anuales, se excluyen los años en los que la cartera cuenta con menos de 200 días de datos, equivalente aproximadamente al 80% de un año bursátil completo. Este filtro afecta principalmente al año de salida a bolsa de empresas recientes, cuyos primeros meses suelen presentar volatilidades anómalas poco representativas de su comportamiento estructural (Houge et al., 2001).

La Tabla 3 ilustra esta evolución, recogiendo el número medio de empresas con datos disponibles por grupo en cada subperiodo. Destaca el crecimiento del grupo Tecnológico en el Periodo 4, donde la incorporación progresiva de nuevas empresas eleva la media hasta 19,8, frente a las 12,5 de Tradicional, lo que refuerza la cautela con la que debe interpretarse la rentabilidad acumulada de ese grupo en los últimos años del horizonte analizado.

Tabla 3. *Número medio de empresas con datos disponibles por grupo y subperiodo*

<b>Subperiodo</b>	<b>Grupo</b>	<b>Media de empresas</b>
Periodo 1 (2003–2007)	Defensa Tradicional	9,0
Periodo 1 (2003–2007)	Defensa Tecnológica	8,0
Periodo 2 (2008–2010)	Defensa Tradicional	9,0
Periodo 2 (2008–2010)	Defensa Tecnológica	11,0
Periodo 3 (2011–2019)	Defensa Tradicional	11,4
Periodo 3 (2011–2019)	Defensa Tecnológica	12,8
Periodo 4 (2020–2025)	Defensa Tradicional	12,5
Periodo 4 (2020–2025)	Defensa Tecnológica	19,8

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de FactSet Terminal.*

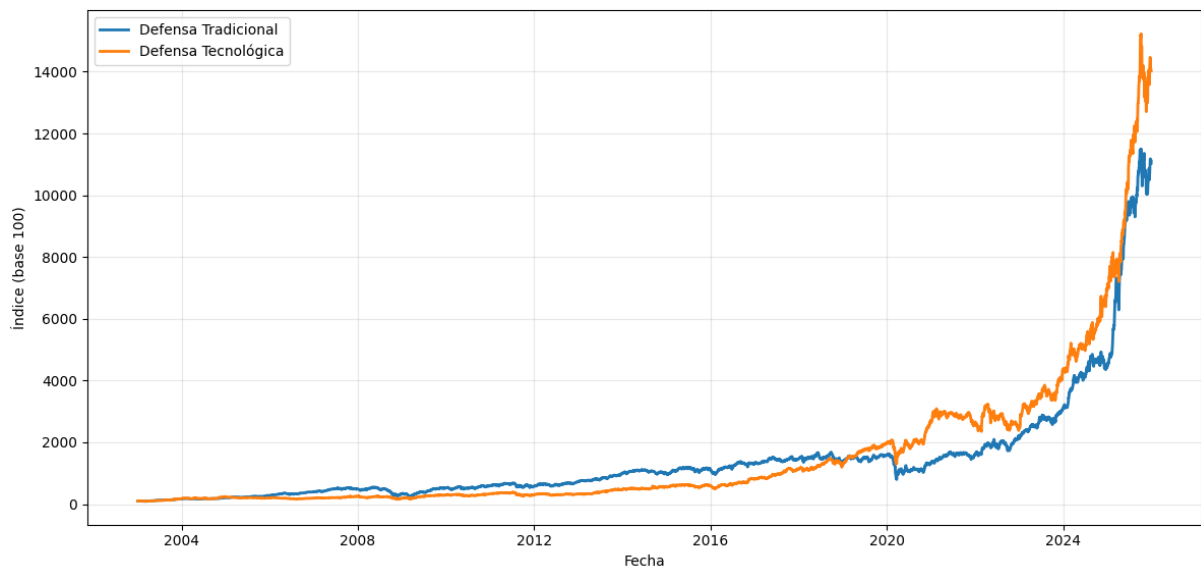
## **4. Análisis Empírico e interpretación de resultados**

### **4.1. Rentabilidad acumulada**

La comparación de ratios de Sharpe y la descomposición rentabilidad-volatilidad operan sobre medias por subperiodo, lo que implica una pérdida de información sobre la trayectoria temporal

dentro de cada periodo. Para recuperar esa dimensión dinámica, la Ilustración 3 representa la evolución del valor de una inversión inicial indexada a 100, capitalizada diariamente a partir de los retornos de la cartera equiponderada de cada grupo. El resultado es un índice acumulado que permite visualizar no solo el nivel final alcanzado sino también el ritmo, la estabilidad y los momentos de divergencia entre ambos grupos a lo largo del horizonte completo.

Ilustración 3. *Rentabilidad acumulada por grupo, base 100, 2003-2025*



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de FactSet Terminal y FRED (Reserva Federal de St. Louis).*

La lectura del gráfico revela tres fases claramente diferenciadas. Durante la primera década de la muestra, aproximadamente hasta 2012, ambas carteras evolucionan de forma relativamente paralela y con niveles acumulados moderados, con alternancia en el liderazgo y diferencias que no llegan a ser estructurales. Esta coexistencia sin dominancia clara se analizará con mayor detalle en la sección 4.3, donde el ratio de Sharpe por subperiodos permite identificar qué grupo lidera en cada tramo y por qué.

Hasta 2020 ambas carteras siguen evolucionando de forma relativamente paralela, con diferencias moderadas. La divergencia se inicia a partir de 2021, cuando Defensa Tecnológica se separa de forma pronunciada, alcanzando niveles acumulados notablemente superiores al

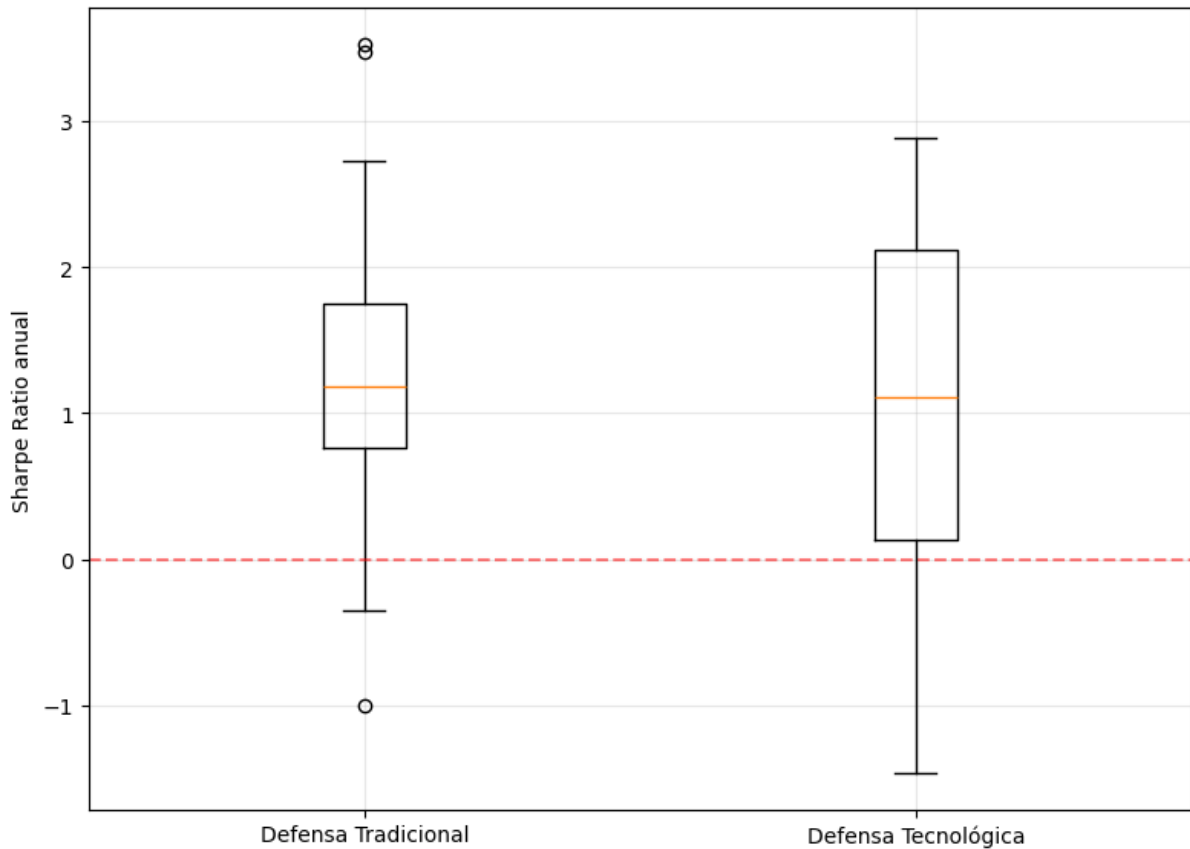
cierre del horizonte analizado. Al cierre de 2025, el índice acumulado de Defensa Tecnológica se sitúa en torno a 15.000 frente a aproximadamente 11.000 de Defensa Tradicional. Cabe señalar que, dado que el grupo Tecnológico incorporó nuevas empresas a lo largo del periodo, estas contribuyen con sus ganancias desde su fecha de entrada sin arrastrar historia previa, lo que puede inflar moderadamente el nivel acumulado final de ese grupo respecto al de Tradicional.

No obstante, esta figura mide únicamente rentabilidad acumulada y no ajusta por riesgo. El hecho de que Defensa Tecnológica finalice en un nivel superior no implica que ofrezca una mejor relación rentabilidad-riesgo, ya que la mayor pendiente en ciertos tramos puede estar asociada a una volatilidad también más elevada. Por ello, este resultado se interpreta como evidencia complementaria que debe leerse junto con el análisis del scatter del 4.4 y con los ratios de Sharpe del 4.3, no como una conclusión autónoma sobre la superioridad de ninguno de los dos modelos de negocio.

### **4.2. Dispersión del Sharpe anual**

Para complementar el análisis, la Ilustración 4 representa mediante un boxplot la distribución completa de los ratios de Sharpe anuales de cada grupo durante el periodo 2003-2025, resumiendo para cada uno la mediana, el rango intercuartílico, los valores extremos típicos y los outliers. Se incluye una línea horizontal en Sharpe igual a cero para identificar los años en que la rentabilidad no llegó a superar la tasa libre de riesgo.

Ilustración 4. *Dispersión del Sharpe anual por grupo, 2003-2025*



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de FactSet Terminal y FRED (Reserva Federal de St. Louis).*

En términos agregados, Defensa Tradicional presenta una media y mediana del Sharpe anual ligeramente superiores a las de Defensa Tecnológica (1,25 vs 1,04 en media; 1,18 vs 1,11 en mediana), lo que sugiere un mejor desempeño medio de Tradicional cuando se considera el horizonte completo sin distinción de subperiodos. El boxplot añade, sin embargo, una dimensión que los promedios no capturan. La dispersión es considerable en ambos grupos, lo que significa que el desempeño de cada modelo de negocio varía notablemente según el año, y que cualquier comparación basada únicamente en medias corre el riesgo de ocultar esa variabilidad.

Más allá de la dispersión general, dos aspectos merecen atención particular. Por un lado, Defensa Tecnológica muestra una mayor amplitud hacia valores bajos, con un mínimo

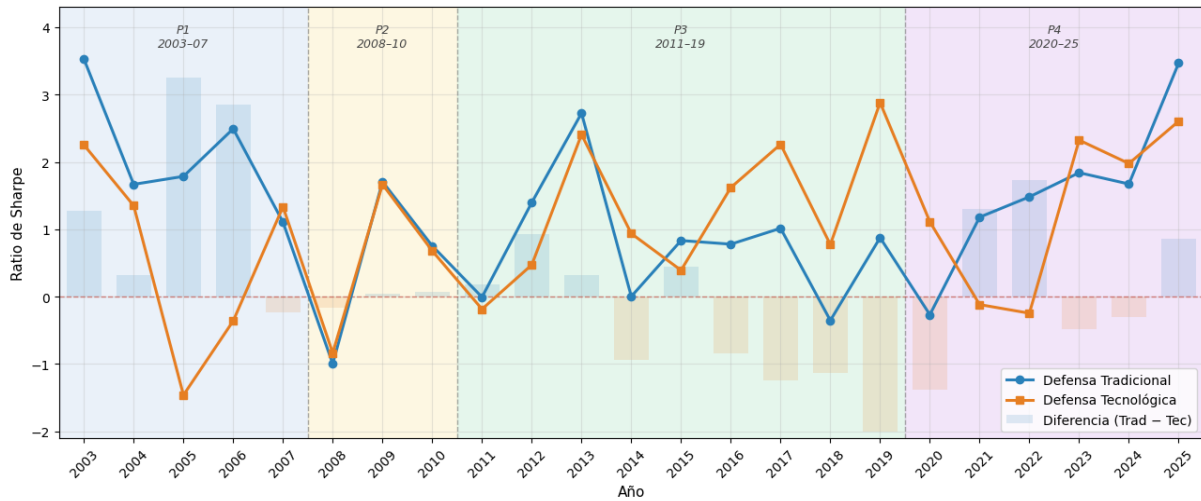
aproximado de  $-1,46$  frente a  $-1,00$  de Tradicional, lo que indica que en los peores años el desempeño ajustado por riesgo de Tecnológica fue notablemente más adverso. Cabe interpretar que esto refleja la mayor exposición de ese grupo a años de demanda institucional débil, como los primeros años del Periodo 1, cuando la estructura de contratación para capacidades tecnológicas aún no estaba consolidada. Por otro lado, Defensa Tradicional presenta un outlier positivo de magnitud considerable, con un máximo aproximado de  $3,53$ , mientras que en Tecnológica el valor máximo se sitúa en torno a  $2,88$  sin llegar a clasificarse como outlier. Esto refleja episodios puntuales de desempeño excepcional asociados a contextos de demanda muy favorable.

En conjunto, aunque Defensa Tradicional domina en media y mediana a lo largo del horizonte completo, la existencia de alta dispersión y años negativos en ambos grupos confirma que no existe un liderazgo uniforme ni incondicional.

### **4.3. Evolución del ratio de Sharpe por grupo (2003-2025)**

La Ilustración 5 recoge la evolución del ratio de Sharpe anual de cada cartera a lo largo del periodo 2003-2025, representadas como series temporales anuales segmentadas en los cuatro subperiodos definidos anteriormente. Como se detalló en la sección 3.2.2, el panel es no balanceado y el número de empresas activas varía a lo largo del tiempo. Defensa Tradicional se mantiene relativamente estable entre 9 y 12,5 empresas de media a lo largo de los cuatro subperiodos, mientras que Defensa Tecnológica crece de forma progresiva desde 8 empresas en el Periodo 1 hasta 19,8 en el Periodo 4, reflejo de la incorporación de empresas tecnológicas al mercado cotizado a partir de 2010.

Ilustración 5. Evolución del ratio de Sharpe anual por grupo (2003-2025)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FactSet Terminal y FRED (Reserva Federal de St. Louis).

Considerando el periodo completo, Defensa Tradicional presenta un ratio de Sharpe medio anual de 1,25 frente al 1,04 de Defensa Tecnológica, lo que sugiere una rentabilidad ajustada por riesgo algo superior en el conjunto de la muestra. Sin embargo, este dato agregado oculta dinámicas de signo opuesto según el contexto geopolítico y presupuestario de cada momento, como muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Ratio de Sharpe medio anual por subperiodo y grupo

Subperiodo	Años	Def. Tradicional	Def. Tecnológica	Diferencia Tradicional - Tecnológica
<b>P1</b>	2003–2007	2.12	0.62	+1.49
<b>P2</b>	2008–2010	0.49	0.50	-0.02
<b>P3</b>	2011–2019	0.81	1.28	-0.48
<b>P4</b>	2020–2025	1.56	1.28	+0.29
<b>Total</b>	<b>2003–2025</b>	<b>1.25</b>	<b>1.04</b>	<b>+0.21</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FactSet Terminal y FRED (Reserva Federal de St. Louis).

El desglose por subperiodos pone de manifiesto un patrón de superioridad alternante: Defensa Tradicional domina con claridad en el Periodo 1 y el Periodo 4, ambos grupos convergen en el Periodo 2 y Defensa Tecnológica toma la delantera en el Periodo 3. La ventaja agregada de Defensa Tradicional está determinada en gran medida por los valores extremos del Periodo 1 (Sharpe medio de 2,12 frente a 0,62), que elevan su media de largo plazo. Por ello, el análisis por subperiodos que se desarrolla a continuación ofrece una lectura más matizada que el dato global.

#### *4.3.1. Periodo 1 (2003–2007): dominio claro de Defensa Tradicional*

La ventaja de Defensa Tradicional en este subperiodo es la más amplia de todo el horizonte analizado, y se explica directamente por el contexto presupuestario del momento.

Tras los atentados del 11-S, el presupuesto de defensa de EE.UU. destinado a las operaciones en Irak y Afganistán creció de 76.000 millones de dólares en 2003 a 165.000 millones en 2007, con el capítulo de adquisiciones pasando de 10.000 a 51.000 millones anuales (Congressional Budget Office, 2008). Ese gasto se concentró en reparación y reemplazo de equipamiento dañado, vehículos blindados y kits de blindaje adicional, helicópteros de transporte y utilidad, y sistemas de comunicaciones tácticas. Son exactamente los productos de las grandes empresas de Defensa Tradicional, con capacidad industrial consolidada y cadenas de suministro ya operativas. Los contratos eran masivos, plurianuales y con alta visibilidad, lo que redujo la incertidumbre sobre los flujos de caja futuros y la volatilidad de sus cotizaciones.

Defensa Tecnológica operaba en un entorno radicalmente distinto. Las tecnologías que definirían su despegue posterior estaban todavía en fase de maduración institucional. La ciberdefensa, uno de los pilares del grupo, carecía de un cliente institucional consolidado. El US Cyber Command no fue establecido hasta junio de 2009, cuando el Secretario de Defensa ordenó su creación como mando subordinado bajo el STRATCOM (Theohary, 2025). Antes de esa fecha, el mercado de contratos de ciberseguridad militar era disperso, experimental y sin la escala necesaria para generar flujos de ingresos predecibles. El resultado se aprecia directamente en el Sharpe anual: Tecnológica registra valores negativos en 2005 (-1,46) y 2006 (-0,36), lo que indica que en esos años la cartera no llegó siquiera a compensar la tasa libre de

riesgo por unidad de volatilidad asumida. El tamaño reducido de la cartera tecnológica, con una media de 8 empresas activas frente a las 9 de Tradicional, amplificaba adicionalmente la volatilidad idiosincrática al haber menos activos con los que diversificarla.

El resultado es que Tradicional no solo generó más rentabilidad en términos absolutos, sino que lo hizo con una volatilidad sensiblemente inferior, como se detallará en la Ilustración 6. Ese doble efecto (más retorno, menos riesgo) es lo que eleva el Sharpe hasta 2,12 y explica que la diferencia con Tecnológica sea tan pronunciada en el Periodo 1. Como se aprecia en la Ilustración 5, la línea correspondiente a Defensa Tradicional mantiene una trayectoria sostenida y estable durante todo el subperiodo, mientras que la de Tecnológica oscila ampliamente, incluyendo los citados años negativos.

### *4.3.2. Periodo 2 (2008–2010): convergencia en crisis*

El segundo subperiodo registra la diferencia más pequeña de todo el horizonte analizado, que a efectos prácticos equivale a un empate. Para encontrar la explicación de esta convergencia hay que mirar año por año, porque los promedios ocultan una dinámica interna muy clara.

En 2008, ambos grupos colapsan simultáneamente. Defensa Tradicional registra un Sharpe de  $-1,00$  y Tecnológica de  $-0,84$ . Los dos grupos no llegan a compensar la tasa libre de riesgo, y lo hacen con márgenes negativos de magnitud comparable. La causa es el colapso sistémico desencadenado por la quiebra de Lehman Brothers el 15 de septiembre de 2008, que generó una crisis de liquidez y contagio de tal amplitud que ningún sector del mercado quedó al margen (Brunnermeier & Oehmke, 2012). Cuando la aversión al riesgo se dispara de forma generalizada y los inversores liquidan posiciones para cubrir necesidades de liquidez, las correlaciones entre activos convergen hacia 1 y los fundamentales sectoriales pierden poder explicativo. El sector defensa no actuó en este episodio como refugio ante la crisis, a pesar de que sus ingresos dependen de contratos gubernamentales y no de la demanda privada. La razón es que la venta generalizada de 2008 no fue una rotación sectorial, sino una liquidación sistémica.

La recuperación de 2009 y 2010 reproduce el mismo patrón de simetría pero en sentido opuesto. En 2009, Tradicional registra un Sharpe de 1,71 y Tecnológica de 1,67; en 2010, los valores son 0,75 y 0,68 respectivamente. Las diferencias son en ambos casos inferiores a 0,1 puntos. El rebote es prácticamente paralelo, lo que refuerza la interpretación de que durante el Periodo 2 ningún factor estructural diferenciaba a los dos grupos. Ambos habían caído por el mismo motivo y se recuperaban al mismo ritmo conforme se estabilizaban los mercados y el gasto público en defensa se mantenía con independencia del ciclo económico privado.

El resultado agregado del subperiodo (0,49 vs. 0,50) es, en consecuencia, el menos informativo de los cuatro. No refleja una equivalencia en los modelos de negocio sino la capacidad de un shock sistémico para anular temporalmente cualquier diferencia estructural entre carteras. Como se verá en el Periodo 3, esa diferencia estructural reaparece con fuerza tan pronto como el entorno de mercado vuelve a discriminar entre fundamentales.

### *4.3.3. Periodo 3 (2011–2019): dominio sostenido de Defensa Tecnológica*

El tercer subperiodo invierte el patrón del primero de forma clara y sostenida. A diferencia del Periodo 2, no es producto de un shock puntual sino de una reversión estructural que se consolida a lo largo de nueve años. Tecnológica supera a Tradicional en cinco de los nueve años del subperiodo, con diferencias especialmente pronunciadas en el tramo final:  $-0,84$  en 2016,  $-1,25$  en 2017,  $-1,13$  en 2018 y  $-2,01$  en 2019, el mayor diferencial anual de todo el horizonte analizado.

Dos fuerzas estructurales explican esta reversión. La primera es presupuestaria. La Budget Control Act de 2011 introdujo un mecanismo de recorte automático conocido como sequestration: un sistema de reducciones proporcionales e indiscriminadas sobre prácticamente todas las partidas de gasto discrecional federal, diseñado para activarse automáticamente si el Congreso no alcanzaba acuerdos de reducción del déficit. Dicho mecanismo se activó en marzo de 2013, reduciendo el presupuesto del Departamento de Defensa en aproximadamente 37.000 millones de dólares, equivalente a una reducción del 7,8% sobre el gasto discrecional no exento (U.S. Government Accountability Office, 2013). La naturaleza indiscriminada del recorte pudo haber afectado con especial intensidad a los grandes contratos de adquisición de plataformas,

que son los de mayor volumen unitario y por tanto los que más capital contractual perderían ante un corte porcentual uniforme. En ese entorno de austeridad, cabe interpretar que los contratos de ciberseguridad, inteligencia y sistemas no tripulados se percibían como multiplicadores de fuerza de bajo coste relativo frente a grandes plataformas de equipamiento, lo que les habría otorgado una posición comparativamente más protegida en las prioridades de gasto.

La segunda fuerza es geopolítica. A partir de 2014, la naturaleza de las amenazas percibidas experimenta un cambio significativo. La anexión de Crimea por Rusia y la emergencia del Estado Islámico como actor armado de alcance regional reorientaron progresivamente el debate estratégico hacia capacidades asimétricas, como la vigilancia persistente, los sistemas no tripulados tácticos, la ciberdefensa y el análisis de inteligencia. Este reequilibrio se reflejó de forma creciente en las asignaciones presupuestarias y a partir de 2017, la inversión de la Fuerza Aérea de EE.UU. en RDT&E superó por primera vez en la historia su presupuesto de adquisición de equipamiento, invirtiendo una tendencia que se había mantenido constante durante décadas (Beaver et al., 2024). Esa tendencia es visible directamente en los datos. Aunque la ventaja de Tecnológica no crece de forma lineal todos los años, el diferencial se amplía de forma clara entre 2016 y 2019, lo que sugiere que el mercado fue incorporando progresivamente el reequilibrio presupuestario hacia capacidades tecnológicas.

Un matiz importante es que 2013, pese a ser el año de activación del sequestration, registra Sharpes elevados en ambos grupos (2,72 y 2,41 respectivamente). Esto refleja que el impacto de los recortes sobre los ingresos y flujos de caja de los contratistas se materializó con retraso respecto a la aprobación legislativa, mientras que el mercado de renta variable experimentó en 2013 una revalorización generalizada excepcional. La divergencia entre grupos se hace evidente a partir de 2014, cuando los efectos contractuales se consolidan y el cambio en el mapa de amenazas empieza a traducirse en asignaciones presupuestarias visibles.

El resultado agregado del Periodo 3 es, en consecuencia, el más informativo de los cuatro subperiodos: demuestra que la ventaja de Defensa Tecnológica no es un fenómeno puntual sino el resultado de dos fuerzas que actuaron simultáneamente y en el mismo sentido durante casi

una década. Como se verá en el Periodo 4, esta ventaja se revertirá tan pronto como el contexto vuelva a favorecer la demanda de hardware convencional de gran escala.

#### *4.3.4. Periodo 4 (2020–2025): recuperación de Defensa Tradicional*

El cuarto y último subperiodo presenta una recuperación parcial de Defensa Tradicional, una diferencia de +0,29 puntos que invierte el signo del Periodo 3 aunque sin alcanzar la magnitud de la ventaja observada en el Periodo 1. Esta recuperación no es uniforme a lo largo del subperiodo: los primeros años están marcados por la disrupción de la pandemia de COVID-19, que afectó a las cadenas de suministro del sector defensa en su conjunto, mientras que el punto de inflexión determinante cabe situarlo en la invasión rusa de Ucrania en febrero de 2022.

El conflicto en Ucrania reorientó de forma inmediata y masiva la demanda hacia las capacidades que históricamente han caracterizado a Defensa Tradicional: artillería, munición de largo alcance, vehículos blindados y sistemas de defensa aérea. El Secretario General de la OTAN Jens Stoltenberg señaló públicamente que la guerra en Ucrania se había convertido en una batalla de munición, lo que puso de manifiesto las limitaciones de las reservas occidentales acumuladas tras décadas de reducción del gasto en equipamiento convencional. En respuesta, el gasto total en defensa de los aliados de la OTAN aumentó un 22% en términos reales entre 2022 y 2025, con un incremento estimado del 50% entre los miembros europeos y Canadá (Daniels, 2025). Este aumento no fue solo en volumen, la proporción media del presupuesto de defensa que los aliados destinaron a adquisición de equipamiento pasó del 14% en 2014 al 26% en 2022 (Daniels, 2025), lo que sugiere un giro estructural hacia la reposición de plataformas convencionales. Adicionalmente, Estados Unidos proporcionó 66.900 millones de dólares en asistencia militar a Ucrania desde el inicio de la invasión hasta enero de 2025 (Bureau of Political-Military Affairs, 2025), una cifra que se tradujo en contratos de adquisición masiva para los fabricantes de sistemas de armas convencionales presentes en la muestra.

Cabe interpretar que este contexto favoreció comparativamente a las empresas de Defensa Tradicional, cuyos productos, plataformas de fuego, sistemas de defensa aérea y munición de precisión, respondían directamente a la demanda generada tanto por el conflicto como por la reposición de los inventarios de los aliados que habían transferido material a Ucrania. Defensa

Tecnológica, por su parte, mantuvo un Sharpe elevado (1,28), lo que indica que la demanda de capacidades cibernéticas e inteligencia no desapareció sino que creció a un ritmo comparativamente menor en este contexto específico.

El resultado agregado del Periodo 4 completa el patrón central del análisis. La ventaja relativa entre grupos no es estática, sino que varía en función de los ciclos de amenaza y de las prioridades presupuestarias que cada contexto geopolítico genera. Defensa Tradicional domina cuando el contexto demanda capacidades de proyección convencional a gran escala (Periodos 1 y 4); Defensa Tecnológica domina cuando el contexto prioriza multiplicadores de fuerza asimétricos y capacidades de inteligencia (Periodo 3); y ambos convergen cuando un shock sistémico elimina temporalmente las diferencias fundamentales (Periodo 2).

#### **4.4. Descomposición rentabilidad/volatilidad por subperiodos**

El análisis de los ratios de Sharpe por subperiodo permite comparar el desempeño ajustado por riesgo de ambos grupos, pero no descompone ese desempeño en sus dos componentes fundamentales: rentabilidad y volatilidad. Para complementar ese análisis, la Ilustración 6 representa, para cada grupo y subperiodo, la rentabilidad anualizada media en el eje vertical y la volatilidad anualizada media en el eje horizontal. El resultado son ocho puntos, dos por subperiodo, cuya posición relativa en el espacio rentabilidad-volatilidad permite identificar si las diferencias en el Sharpe entre grupos se explican principalmente por mayor retorno, menor riesgo o una combinación de ambos.

Ilustración 6. Rentabilidad vs. Volatilidad por subperiodo y grupo, 2003-2025



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de FactSet Terminal y FRED (Reserva Federal de St. Louis).*

Este análisis añade una dimensión que los ratios de Sharpe por sí solos no capturan. El caso más ilustrativo es el Periodo 1, donde Defensa Tradicional ocupa la esquina noroeste del espacio: máxima rentabilidad (0,322) y mínima volatilidad (0,139) de toda la muestra. Es el único punto que domina simultáneamente en ambas dimensiones con tanta claridad, lo que explica el Sharpe excepcional de 2,12 documentado en 4.3.1. La ventaja de Tradicional en ese subperiodo no se debió a una única fuente sino a un doble efecto, con rentabilidades superiores y menor dispersión de los retornos, una combinación que raramente se sostiene durante periodos prolongados. Defensa Tecnológica en ese mismo subperiodo presenta una rentabilidad de 0,201 y una volatilidad de 0,197, posicionándose en una zona intermedia del gráfico que refleja adecuadamente su Sharpe de 0,62.

El Periodo 2 desplaza a ambos grupos hacia la derecha del gráfico, es decir, hacia mayor volatilidad, confirmando visualmente el efecto del shock sistémico de 2008 que ya se analizó en 4.3.2. Defensa Tradicional presenta en este subperiodo la volatilidad más alta de toda su

serie (0,266) y la rentabilidad más baja (0,099), mientras que Defensa Tecnológica registra valores similares aunque ligeramente más favorables (0,247 y 0,119 respectivamente). La proximidad de ambos puntos en el gráfico es la representación visual más directa de la convergencia entre grupos que caracterizó a este subperiodo.

En el Periodo 3 el patrón se invierte. Defensa Tecnológica se desplaza hacia el cuadrante de mayor rentabilidad con volatilidad contenida (0,207 y 0,179), mientras que Defensa Tradicional queda relegada a rentabilidades bajas (0,118) con una volatilidad también reducida (0,157). Este es el único subperiodo en que Tecnológica supera a Tradicional claramente en rentabilidad sin incurrir en una volatilidad significativamente mayor, lo que sugiere que la ventaja de ese grupo durante 2011-2019 provino principalmente del retorno y no de una gestión diferencial del riesgo.

El Periodo 4 presenta la configuración más compacta del gráfico: ambos grupos se sitúan en rentabilidades muy elevadas y próximas entre sí (0,345 para Tradicional y 0,350 para Tecnológica), pero con volatilidades también altas (0,225 y 0,242 respectivamente). La ligera superioridad en rentabilidad de Tecnológica queda compensada por su mayor volatilidad, lo que justifica precisamente que el Sharpe del Periodo 4 sea favorable a Tradicional (1,56 vs 1,28). En este subperiodo la diferencia no proviene del retorno sino del riesgo asumido para obtenerlo.

En conjunto, el gráfico ilustra que no existe un único mecanismo que explique la ventaja de un grupo sobre el otro a lo largo del tiempo. Tradicional domina en el Periodo 1 por doble efecto; Tecnológica domina en Periodo 3 por vía del retorno; y la recuperación de Tradicional en Periodo 4 se explica por una volatilidad comparativamente más contenida. Esta heterogeneidad en los mecanismos refuerza la idea de que ambos modelos de negocio responden a fuerzas distintas según el contexto, y que el ratio de Sharpe, al sintetizar ambas dimensiones, es el instrumento más adecuado para comparar su desempeño ajustado por riesgo a lo largo del ciclo completo.

## 5. Conclusiones

El sector defensa ha experimentado en las últimas décadas una transformación estructural profunda: la inversión en investigación, desarrollo y capacidades tecnológicas ha ganado peso progresivo frente a la adquisición de plataformas y equipamiento convencional, dando lugar a dos modelos de negocio con lógicas operativas y bases de clientes diferenciadas. Este trabajo ha partido de la hipótesis de que dicha transformación podría haber generado perfiles de inversión sistemáticamente distintos dentro de un sector que la literatura y la práctica inversora tienden a tratar como homogéneo. Para contrastarla empíricamente, se ha construido una muestra de 36 empresas clasificadas en dos grupos, Defensa Tradicional y Defensa Tecnológica, y se ha analizado su desempeño ajustado por riesgo a lo largo del periodo 2003-2025 mediante el ratio de Sharpe, desagregado en cuatro subperiodos definidos por los principales hitos geopolíticos y presupuestarios del horizonte analizado.

Los resultados descriptivos son consistentes con la hipótesis de que la transformación tecnológica del sector defensa se asocia con perfiles de inversión distintos dentro del universo analizado. En el agregado del periodo 2003-2025, Defensa Tradicional presenta una media del Sharpe anual ligeramente superior a la de Defensa Tecnológica, pero el hallazgo más relevante es la heterogeneidad temporal que subyace bajo ese promedio. Ambos grupos alternan su liderazgo por subperiodos, lo que sugiere sensibilidades distintas ante un mismo conjunto de estímulos geopolíticos y presupuestarios. En consecuencia, tratar el sector defensa como un bloque homogéneo puede ocultar diferencias internas relevantes para el análisis académico y la interpretación del desempeño ajustado por riesgo.

El patrón que emerge del análisis por subperiodos es consistente y tiene una lógica interpretativa clara. Defensa Tradicional domina en los periodos en que el contexto geopolítico genera demanda masiva de capacidades de proyección convencional: el ciclo de guerras en Irak y Afganistán en el Periodo 1, con su explosión de contratos de adquisición de plataformas, y el rearme acelerado post-invasión de Ucrania en el Periodo 4. Defensa Tecnológica, por su parte, se impone en el Periodo 3, cuando la combinación de austeridad presupuestaria derivada del sequestration y el giro estratégico hacia amenazas asimétricas reorienta el gasto hacia

capacidades de ciberseguridad, inteligencia y sistemas no tripulados. El Periodo 2 constituye un caso singular ya que el shock sistémico de la crisis financiera de 2008 comprimió temporalmente las diferencias entre grupos, demostrando que ante perturbaciones de naturaleza macroeconómica global las características sectoriales específicas pierden poder explicativo. En conjunto, el ciclo geopolítico y presupuestario es la variable que mejor explica qué modelo de negocio ofrece una relación rentabilidad-riesgo superior en cada momento.

Desde una perspectiva aplicada, la clasificación propuesta puede ser útil para segmentar la exposición al sector defensa en función del régimen geopolítico y presupuestario. Históricamente, los subperiodos asociados a expansión de adquisición convencional tienden a favorecer un mejor desempeño relativo de Defensa Tradicional, mientras que fases de austeridad combinadas con amenazas asimétricas se asocian con un mejor desempeño relativo de Defensa Tecnológica. Esta lectura debe entenderse como indicativa y dependiente del periodo y de la construcción de carteras, no como una recomendación de inversión.

### **5.1. Limitaciones del estudio**

La primera limitación afecta a la construcción de la muestra. Al utilizar la composición del VanEck Defense UCITS ETF a 31 de diciembre de 2025 como universo de análisis, se introducen tres sesgos potenciales: sesgo de supervivencia, dado que solo se incluyen empresas que han permanecido en el ETF hasta esa fecha; sesgo de anticipación o look-ahead, al emplearse información futura para definir el universo desde el inicio del periodo; y sesgo de selección ex post, ya que la composición observada al final del horizonte no coincide necesariamente con el conjunto invertible en cada año analizado. Estos sesgos son inherentes a la metodología adoptada y se asumen conscientemente a cambio de una regla de selección replicable y objetiva.

Una segunda limitación deriva de las decisiones metodológicas adoptadas en la construcción de los grupos. La clasificación de cada empresa en Defensa Tradicional o Defensa Tecnológica se asigna de forma fija para todo el horizonte analizado, lo que implica que posibles cambios en el modelo de negocio de empresas individuales ocurridos durante el periodo no quedan reflejados. Por otra parte, el panel no balanceado, con un número variable de empresas por

grupo a lo largo del tiempo, puede afectar a la representatividad de las carteras en los primeros años, especialmente en el caso de Defensa Tecnológica. Por último, el análisis compara ambos grupos entre sí, pero no los contrasta con un benchmark de mercado general, lo que impide valorar si las rentabilidades ajustadas por riesgo observadas son elevadas en términos absolutos o únicamente en términos relativos entre grupos. No se incluye un benchmark de mercado general porque el objetivo del estudio no es evaluar el atractivo absoluto del sector, sino contrastar si existen diferencias sistemáticas entre modelos de negocio dentro de él. Esta dimensión queda abierta como línea futura de investigación.

Finalmente, el análisis es de naturaleza descriptiva y no incorpora tests estadísticos de significatividad que permitan determinar si las diferencias observadas en el ratio de Sharpe entre grupos son estadísticamente distintas de cero. Los resultados deben interpretarse en consecuencia como evidencia descriptiva para este universo concreto, sin que quepa inferir generalización al conjunto del sector defensa ni a otros mercados o periodos temporales.

### **5.2. Futuras líneas de investigación**

Los resultados de este trabajo abren varias direcciones de investigación que podrían profundizar los hallazgos obtenidos. La extensión más inmediata sería incorporar tests estadísticos de significatividad, como métodos de bootstrap o tests de diferencia de medias, que permitieran contrastar formalmente la robustez de las diferencias observadas. Resultaría igualmente interesante contrastar el desempeño de ambos grupos frente a un benchmark de mercado general, añadiendo una perspectiva de alfa absoluto a la comparación relativa aquí desarrollada. En una línea complementaria, ampliar el universo de análisis más allá de un único ETF o comparar con vehículos equivalentes de ámbito europeo permitiría evaluar si el patrón de heterogeneidad identificado se mantiene en muestras más amplias.

Desde el punto de vista metodológico, relajar la clasificación fija de empresas y permitir que su asignación evolucione conforme cambia su modelo de negocio introduciría una dimensión dinámica de notable interés. Por último, formalizar económicamente la relación entre el ciclo geopolítico-presupuestario y el desempeño relativo de cada grupo, incorporando por ejemplo el índice de riesgo geopolítico GPR o datos de gasto en defensa de la OTAN como covariables,

permitiría pasar de una interpretación contextual a un modelo con capacidad explicativa y potencialmente predictiva.

En un contexto de rearme global acelerado y de creciente sofisticación tecnológica del sector defensa, ignorar la heterogeneidad interna del sector tiene costes analíticos concretos. Los resultados de este trabajo sugieren que esa heterogeneidad existe, es sistemática y responde a una lógica identificable que impone el ciclo geopolítico y presupuestario.

## 6. Reconocimiento del uso de tecnologías de Inteligencia Artificial

Por la presente, yo, Alfonso Carrillo, estudiante de ADE y Business Analytics (E-2 Analytics) de la Universidad Pontificia Comillas, al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "*Heterogeneidad en el sector defensa: análisis comparativo de modelos de negocio*", declaro que he utilizado herramientas de Inteligencia Artificial Generativa únicamente en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Crítico:** Para encontrar contra-argumentos a una tesis específica que pretendo defender.
3. **Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
4. **Metodólogo:** Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
5. **Interpretador de código:** Para realizar análisis de datos preliminares.
6. **Constructor de plantillas:** Para diseñar formatos específicos para secciones del trabajo.
7. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
8. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
9. **Revisor:** Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.

10. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes. Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 25/03/2026

Firma:



## 7. Anexos

Anexo A. *Criterios de clasificación y asignación de empresas por tipología: Defensa Tradicional vs Defensa Tecnológica*

Empresa	Tipología	Criterio aplicado	Justificación
<b>AEROVIRONMENT INC</b>	Defensa Tecnológica	Segmentación de ingresos	Autonomous Military Drone Manufacturing (57.11%) y Advanced Combat and Support Systems Manufacturing (42.89%). La empresa se especializa en sistemas robóticos no tripulados pequeños (small UAS), municiones merodeadoras y desarrollo tecnológico (MacCready Works: sensores, software analytics, data intelligence, connectivity). El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas a sistemas autónomos (autonomía, sensores, software, robótica) más que en fabricación de plataformas militares tradicionales completas.
<b>AMENTUM HOLDINGS INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de servicios tecnológicos y de ingeniería para mercados gubernamentales y comerciales. Digital Solutions ofrece intelligence analytics, desarrollo de sistemas espaciales, ciberseguridad y next generation IT. Global Engineering Solutions gestiona remediación ambiental, soluciones nucleares, ingeniería de plataformas y supply chain management. Capacidades de defensa incluyen Golden Dome (defensa antimisiles multicapa), C5ISR

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			systems, electronic warfare, space enterprise architecture, AI-driven logistics y counter-drone technologies. El modelo de negocio de defensa está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas y servicios de ingeniería avanzada (cybersecurity, intelligence, AI, EW, space systems engineering) sin componente de fabricación de plataformas militares físicas.
<b>BABCOCK INTERNATIONAL GROUP PLC</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Proveedor de servicios de ingeniería y soporte lifecycle para gobiernos y sector privado. Los segmentos principales (Marine: soporte de submarinos y buques; Land: gestión de flotas y equipamiento militar; Aviation: entrenamiento de vuelo militar; Nuclear: ingeniería nuclear y desmantelamiento) están centrados en soporte, mantenimiento y gestión de plataformas físicas y activos de defensa, sin componente de capacidades tecnológicas aplicadas (software, IT, cyber).
<b>BIGBEAR.AI HOLDINGS INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de soluciones de decision intelligence basadas en IA mediante plataforma de análisis de datos end-to-end. Opera en defense, intelligence y commercial markets con productos Observe, Orient and Dominate. Capacidades incluyen GFIM Phase 1 (\$1.3B Army AI platform No-Code/Low-Code), NSA contract (traducción de guidance federal), force management platform for DoD, geopolitical risk analysis, Ask Sage (Generative AI platform).
<b>BOOZ ALLEN HAMILTON HOLDING CORP</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Firma de consultoría de gestión y tecnología especializada en defensa y sector público federal. Ofrece servicios de analítica, soluciones digitales, ingeniería y ciberseguridad. El modelo de negocio está completamente centrado en servicios profesionales y capacidades tecnológicas aplicadas (consulting, analytics, cyber, digital solutions) para clientes gubernamentales de defensa e inteligencia, sin componente de fabricación de hardware o plataformas físicas.
<b>CACI INTERNATIONAL INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de soluciones de información y servicios para misiones de seguridad nacional. Opera mediante segmentos Domestic Operations (C4,

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			comunicaciones, ciberseguridad, IT empresarial, servicios de inteligencia, vigilancia y reconocimiento) e International Operations (servicios IT y productos de software/datos propietarios). El modelo de negocio está completamente centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (IT services, cyber, intelligence, software) sin componente de fabricación de hardware.
<b>CURTISS-WRIGHT CORP</b>	Defensa Tradicional	Segmentación de ingresos	Advanced Combat and Support Parts Manufacturing (57.41%) y Power Generation and Support Products (17.33%) representan la mayoría del negocio. La empresa se centra en fabricación de componentes físicos y sistemas de hardware para plataformas aeroespaciales, navales e industriales (actuadores, sensores físicos, propulsión, turbinas, válvulas, equipamiento eléctrico pesado). El componente Defense Electronics (COTS computing) es secundario frente al perfil dominante de fabricación de hardware.
<b>DASSAULT AVIATION SA</b>	Defensa Tradicional	Segmentación de ingresos	Air Advanced Combat and Support Systems Makers (63.54%, Rafale military fighters) y Aircraft Manufacturing (36.46%, Falcon business jets). El modelo de negocio está completamente centrado en el diseño, fabricación y soporte de plataformas aéreas completas (aviones de combate y jets ejecutivos), sin componente de capacidades tecnológicas aplicadas como negocio independiente.
<b>ELBIT SYSTEMS LTD</b>	Defensa Tecnológica	Segmentación de ingresos	Defense Electronics Equipment Manufacturing (53.45%) y Advanced C4ISR and Support Parts (23.51%) representan ~77% del negocio. La empresa opera mediante segmentos especializados en capacidades tecnológicas (C4I & Cyber, ISTAR & EW, electro-óptica, sensores, sistemas no tripulados) aplicadas a misiones críticas en dominios aéreo, terrestre y naval, sin enfoque en fabricación de plataformas completas.
<b>HANWHA AEROSPACE CO LTD</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Fabricante de sistemas aeroespaciales y de defensa. Los segmentos principales vinculados a defensa (Aviation: motores de turbina y componentes aeronáuticos; Diffusion: equipamiento

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			militar; Aerospace: sistemas satelitales) están centrados en la producción de hardware aeroespacial pesado y plataformas. La diversificación hacia seguridad civil e IT no altera el núcleo del modelo de negocio en sistemas de defensa industriales.
<b>HANWHA SYSTEMS CO LTD</b>	Defensa Tecnológica	Segmentación de ingresos	Aircraft Instrument/Electromechanical Part Makers (74.86%) y Defense Electronics Equipment Manufacturing (24.78%). La empresa se especializa en instrumentación aviónica, componentes electromecánicos, sistemas de radar, electro-óptica y sistemas C4ISR. El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (sensores avanzados, electrónica de defensa, instrumentación) que se integran en plataformas de terceros, sin fabricación de aeronaves o plataformas militares completas
<b>HENSOLDT AG</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de soluciones de sensores para defensa y seguridad. Opera mediante segmentos Sensors (radar, soluciones navales, dominio del espectro, airborne solutions, servicios aeroespaciales) y Optronics (optrónica, instrumentos de precisión óptica para tierra, mar y aire). El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (sensores avanzados, radar, electroóptica, guerra electrónica) sin fabricación de plataformas militares completas.
<b>HUNTINGTON INGALLS INDUSTRIES INC</b>	Defensa Tradicional	Segmentación de ingresos	Shipbuilding (Ingalls + Newport News) representa aproximadamente 75% de los ingresos (guidance FY2025: \$9.0-9.1B vs \$3.0-3.1B Mission Tech). Los segmentos principales están centrados en construcción naval militar: portaaviones y submarinos nucleares (Newport News), buques de asalto anfibio y combatientes de superficie (Ingalls). Aunque Mission Technologies (25%) incluye IT, C5ISR y sistemas no tripulados, el núcleo del modelo de negocio permanece en fabricación de plataformas navales completas.
<b>HYUNDAI ROTEM CO LTD</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Fabricante de vehículos ferroviarios y sistemas de armas terrestres. La división Defense produce tanques de combate (K2 Black Panther), vehículos blindados con ruedas (K808/K806 White Tiger), vehículos de ingeniería

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

<b>KARMAN HOLDINGS INC</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	<p>de combate y simuladores. El modelo de negocio está centrado en el diseño, desarrollo y fabricación de plataformas terrestres militares completas y sistemas ferroviarios, con foco en hardware pesado y producción industrial.</p> <p>Diseñador, fabricante y proveedor de sistemas para misiles. Su oferta incluye soluciones de protección y despliegue de carga útil (Payload Protection &amp; Deployment Systems), sistemas aerodinámicos interetapa (Aerodynamic Interstage Systems) y sistemas de propulsión (Propulsion Systems). El modelo de negocio está centrado en el diseño, testeo y fabricación de componentes hardware críticos para sistemas de misiles, sin componente de capacidades tecnológicas aplicadas (software, IT, cyber).</p>
<b>KBR INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	<p>Proveedor de soluciones de ciencia, tecnología, ingeniería y soporte logístico. El segmento Government Solutions ofrece I+D, prototipado avanzado, ingeniería de sistemas, C5ISR, cyber analytics, conciencia del dominio espacial, test y evaluación, integración de sistemas, gestión de cadena de suministro y servicios de asesoría profesional. El modelo de negocio de defensa está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas y servicios de ingeniería (C5ISR, cyber, space awareness, systems integration) sin componente de fabricación de plataformas militares físicas.</p>
<b>KOREA AEROSPACE INDUSTRIES LTD</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	<p>Fabricante aeroespacial de aeronaves militares de ala fija y rotatoria. Los productos principales incluyen aviones de combate, helicópteros, estructuras aeronáuticas (airframes), modernización de plataformas, vehículos aéreos no tripulados y programas espaciales. El modelo de negocio está centrado en el diseño, fabricación y soporte lifecycle de plataformas aéreas militares completas (fixed-wing, rotary-wing, UAV platforms), sin componente de capacidades tecnológicas aplicadas independientes.</p>
<b>KRATOS DEFENSE &amp; SECURITY SOLUTIONS INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	<p>Opera mediante segmentos Government Solutions (sistemas virtualizados para satélites, software C2/TT&amp;C, C5ISR, productos de microondas,</p>

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			entrenamiento virtual/realidad aumentada, cyber) y Unmanned Systems (sistemas no tripulados aéreos, terrestres y marítimos, mando y control). El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas a misiones críticas (software, cyber, sistemas de mando y control, entrenamiento digital) más que en fabricación de plataformas completas.
<b>LEIDOS HOLDINGS INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de servicios y soluciones tecnológicas para defensa, inteligencia, civil y salud. El segmento Defense Solutions se centra en modernización digital, C4ISR, software transformativo, analítica, inteligencia y soporte logístico. El modelo de negocio está basado en capacidades tecnológicas aplicadas (servicios IT, software, integración de sistemas, analítica) sin componente de fabricación de plataformas físicas.
<b>LEONARDO DRS INC</b>	Defensa Tecnológica	Segmentación de ingresos	Defense Electronics Equipment Manufacturing (65.49%) y Defense Contractors (35.19%). Fabrica subsistemas electrónicos de defensa: sensores EO/IR, radares tácticos (DRS RADA), sistemas de propulsión eléctrica naval, computing hardware, vehicle electronics, drones tácticos pequeños. NO fabrica plataformas militares completas (aviones, buques, tanques).
<b>LEONARDO SPA</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Fabricante integrado de plataformas de defensa. Los segmentos principales (Helicopters, Aeronautics, Defense Systems) están centrados en el diseño y producción de helicópteros, aeronaves de combate, misiles, torpedos, artillería naval y vehículos blindados. Aunque incluye Defense and Security Electronics (sensores/integración), este segmento soporta las plataformas principales y no constituye el núcleo del modelo de negocio.
<b>MERCURY SYSTEMS INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de tecnologías de procesamiento para misiones aeroespaciales y de defensa. Ofrece signal solutions (procesamiento RF, SIGINT), display solutions, software applications (AI-powered aided target recognition), networking, storage (radiation-tolerant data recorders) y secure processing (anti-tamper, cyber resiliency). Capacidades incluyen

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			mission computers, rugged edge servers (AI, cybersecurity, SIGINT, C4ISR), Mercury Processing Platform, AESA radar signal processing, electronic warfare development systems y BuiltSAFE COTS technologies. El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas de procesamiento y computación embarcada (embedded computing, signal processing, AI, cybersecurity, safety-critical software) que se integran como subsistemas en plataformas de terceros, NO en fabricación de plataformas militares completas.
<b>MOOG INC</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Diseñador, fabricante e integrador de sistemas de control de movimiento y fluidos de precisión para aeroespacial, defensa e industrial. Opera mediante segmentos Space and Defense (propulsión, aviónica, control vectorial, dirección de misiles, sistemas de armas turreteados), Military Aircraft (controles de vuelo primarios/secundarios), Commercial Aircraft (sistemas de control de vuelo) e Industrial. El modelo de negocio está centrado en ingeniería mecánica y fabricación de componentes hardware de precisión (actuators, flight controls, hydraulics, propulsion) que se integran en plataformas de terceros.
<b>NEXT VISION STABILIZED SYSTEMS LTD</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Desarrollador y fabricante de cámaras estabilizadas micro gimballed (EO-IR) para plataformas aéreas, terrestres y marítimas. Los productos incluyen sistemas de cámaras estabilizadas con capacidades de object tracking, geo-location, thermal imaging, video compression, IP streaming y analytics (TRIP6). El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (sensores ópticos avanzados, software de tracking, analytics) que se integran como payloads en plataformas de terceros, sin fabricación de vehículos o drones completos.
<b>ONDAS HOLDINGS INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Opera mediante Ondas Networks (soluciones de conectividad wireless habilitando aplicaciones Industrial IoT, plataforma FullMAX Software Defined Radio) y Ondas Autonomous Systems (soluciones de drones autónomos con AI: Iron Drone Raider, Optimus System, counter-drone technology

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			Sentrycs). El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (AI-powered autonomy, software-defined radio, counter-UAS systems, mission-critical wireless networks) más que en fabricación tradicional de plataformas militares completas.
<b>OSI SYSTEMS INC</b>	Defensa Tecnológica	Segmentación de ingresos	Technology/Electronic Security Equipment/Inspection and Detection Systems Manufacturing (69.82%) y Optoelectronics Electronic Components (20.35%). Fabrica sistemas de inspección y detección (cargo/vehicle inspection, explosive detection, X-ray screening, turnkey security solutions) y componentes optoelectrónicos para aplicaciones críticas. Tecnologías de dual-use aplicables a seguridad de defensa. NO fabrica plataformas militares completas.
<b>PALANTIR TECHNOLOGIES INC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Desarrollador de plataformas de software y sistemas operativos para integración de datos, analítica a gran escala y soporte a decisiones operacionales. Opera mediante segmentos Government (defensa e inteligencia) y Commercial. El modelo de negocio está completamente centrado en capacidades tecnológicas (software, datos, IA) sin componente de fabricación de hardware ni plataformas físicas.
<b>PARSONS CORP</b>	Defensa Tecnológica	Segmentación de ingresos	Technology/Software and Consulting/Industry-Specific Software (59.36%) y Transportation Industry Software (40.64%). La empresa opera mediante Federal Solutions (ciberseguridad, sistemas de defensa antimisiles, C5ISR, inteligencia geoespacial, RF signals intelligence) y Critical Infrastructure (servicios de diseño e ingeniería para infraestructura física y digital). El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (software especializado, consulting, cybersecurity, intelligence systems) sin componente de fabricación de plataformas militares físicas.
<b>PLANET LABS PBC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de datos e insights diarios de observación de la Tierra mediante constelación de satélites. Ofrece una plataforma web-geo con datos satelitales y analítica fundacional

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			basada en IA (detección de aeronaves, monitoreo ambiental). El modelo de negocio está centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (data-as-a-service, analytics, APIs, software de inteligencia geoespacial) con 97% de ingresos recurrentes de contratos anuales, sin fabricación de plataformas militares tradicionales.
<b>QINETIQ GROUP PLC</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de servicios de desarrollo tecnológico y consultoría para defensa y seguridad. Opera mediante EMEA Services (technical assurance, test and evaluation, training services) y Global Products. Capacidades incluyen threat representation, C4ISR, cyber security, maritime mission systems, space security and orbital platforms, robotics and autonomy, Q40 GNSS receiver (anti-jamming), test and evaluation services
<b>RENK GROUP AG</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Desarrollador y fabricante de soluciones de propulsión y transmisión para aplicaciones civiles y militares. El portfolio incluye transmisiones para tanques y vehículos blindados (RK-325, HMPT, HSWL), power-packs, sistemas de propulsión híbrida, sistemas de suspensión, cojinetes, embragues y sistemas de test. El modelo de negocio está centrado en ingeniería mecánica y fabricación de componentes hardware críticos para plataformas militares terrestres y navales, sin componente de capacidades tecnológicas aplicadas (software, IT, cyber).
<b>RTX CORP</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Proveedor integrado de sistemas aeroespaciales y de defensa. Los segmentos principales (Collins: estructuras/aviónica/sistemas; Pratt & Whitney: motores; RMD: misiles y defensa antimisiles) están centrados en el diseño, fabricación y soporte de plataformas completas y hardware asociado. Aunque incluye el segmento RIS (sensores/cyber), el núcleo del modelo de negocio permanece en sistemas de defensa integrados.
<b>SAAB AB</b>	Defensa Tradicional	Actividad principal	Fabricante de plataformas militares y sistemas de defensa. Los segmentos principales (Aeronautics: tecnología aérea militar; Dynamics: misiles, torpedos, armamento terrestre; Kockums: soluciones navales incluyendo submarinos) están centrados

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

			en el desarrollo y producción de plataformas completas. Aunque incluye Surveillance (vigilancia y detección), el núcleo del modelo de negocio permanece en sistemas de defensa integrados y hardware militar.
<b>SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL CORP</b>	Defensa Tecnológica	Actividad principal	Proveedor de servicios de ingeniería técnica y tecnología de la información (IT) empresarial para proyectos gubernamentales complejos. Ofrece integración de sistemas, servicios IT de alto valor diferenciado y servicios end-to-end para infraestructura IT de clientes gubernamentales (DoD, NASA, Homeland Security, inteligencia). El modelo de negocio está completamente centrado en capacidades tecnológicas aplicadas (IT services, systems integration, engineering services) sin componente de fabricación de hardware o plataformas físicas.
<b>SINGAPORE TECHNOLOGIES ENGINEERING LTD</b>	Defensa Tradicional	Segmentación de ingresos	Diversified Defense Providers (43.76%) representa el núcleo del negocio de defensa, complementado con Aerospace Equipment (38.88%, MRO). Los segmentos Defence and Public Security incluyen integración de sistemas terrestres y navales, mantenimiento de plataformas y capacidades de ingeniería de ciclo completo. Aunque incluye Technology/Software and Consulting (17.35%), el perfil dominante es de ingeniería de sistemas físicos y soporte de plataformas, no de capacidades tecnológicas aplicadas.
<b>THALES SA</b>	Defensa Tecnológica	Segmentación de ingresos	Proveedores de Defensa Diversificados (53,31%) combinado con Tecnología/Software/Seguridad Empresarial (19,55%). El segmento Ciber y Digital (ciberseguridad, protección de infraestructuras) y las soluciones de sensores/electrónica posicionan a Thales como proveedor de capacidades tecnológicas aplicadas a misiones críticas, no como fabricante de plataformas completas.

Fuente: *Elaboración propia a partir de FactSet Terminal.*

### Anexo B. Ratio de Sharpe anual por grupo, 2003–2025

Año	Defensa Tecnológica	Defensa Tradicional	Diferencia (Tradicional - Tecnológica)
2003	2.2529	3.5281	1.2752

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

2004	1.3505	1.6672	0.3167
2005	-1.4620	1.7857	3.2477
2006	-0.3603	2.4930	2.8533
2007	1.3334	1.1056	-0.2278
2008	-0.8369	-0.9980	-0.1611
2009	1.6667	1.7074	0.0406
2010	0.6790	0.7531	0.0741
2011	-0.1854	-0.0074	0.1781
2012	0.4721	1.3970	0.9249
2013	2.4062	2.7242	0.3180
2014	0.9364	0.0026	-0.9338
2015	0.3912	0.8329	0.4417
2016	1.6198	0.7789	-0.8409
2017	2.2622	1.0149	-1.2473
2018	0.7727	-0.3539	-1.1267
2019	2.8819	0.8754	-2.0065
2020	1.1114	-0.2688	-1.3802
2021	-0.1184	1.1801	1.2985
2022	-0.2465	1.4816	1.7281
2023	2.3240	1.8403	-0.4837
2024	1.9765	1.6723	-0.3042
2025	2.6051	3.4678	0.8627

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de FactSet Terminal y FRED (Reserva Federal de St. Louis).*

### Anexo C. Python script empleado en el análisis empírico

#### PASO 1: CARGA Y EXPLORACIÓN DE DATOS

```
import pandas as pd
import numpy as np

# Cargar datos
df_precios = pd.read_excel('DATA_ADE.xlsx')
df_rf = pd.read_excel('DATA_RF_ADE.xlsx')

# Ver primeras filas
print("=== PRECIOS ===")
print(df_precios.head())
```

```
print(f"\nForma: {df_precios.shape}")

print("\n=== TASA LIBRE DE RIESGO ===")
print(df_rf.head())
print(f"\nForma: {df_rf.shape}")
```

### PASO 2: PREPARACIÓN DE FECHAS

```
# Convertir fechas a formato datetime
df_precios['date'] = pd.to_datetime(df_precios['date'])
df_rf['date'] = pd.to_datetime(df_rf['date'])
```

### PASO 3: CÁLCULO DE RETORNOS DIARIOS

```
# Ordenar por empresa y fecha
df_precios = df_precios.sort_values(['ticker', 'date'])

# Calcular retornos diarios por empresa
df_precios['return_daily'] = df_precios.groupby('ticker')['tr_gross_usd'].pct_change()

# Ver ejemplo de retornos calculados
print(df_precios[['date', 'ticker', 'tr_gross_usd', 'return_daily']].head(10))
```

### PASO 4: EXTRAER AÑO Y PREPARAR RF ANUAL

```
# Extraer año de las fechas
df_precios["year"] = df_precios["date"].dt.year
df_rf["year"] = df_rf["date"].dt.year

# Calcular Rf anual (promedio simple por año)
rf_anual = df_rf.groupby("year", as_index=False)["Rf"].mean()
rf_anual.columns = ["year", "Rf_anual"]

# Opción 1 (recomendada en Colab): tabla bonita renderizada
from IPython.display import display

display(
    rf_anual.style
        .hide(axis="index")
        .format({"Rf_anual": "{:.3f}"}) # ajusta decimales aquí
        .set_caption("RF ANUAL")
)
```

### PASO 5: CLASIFICAR EMPRESAS Y CONSTRUIR RETORNOS DIARIOS DE CARTERA

```
defensa_tradicional = [ 'RTX-US', 'LDO-IT', 'SAAB.B-SE', '012450-KR', 'CW-US', 'S63-SG',
```

```
'HII-US', 'BAB-GB', '064350-KR', 'AM-FR', '047810-KR', 'R3NK-DE',
'MOG.A-US', 'KRMN-US']

defensa_tecnologica = [
    'HO-FR', 'PLTR-US', 'ESLT-IL', 'LDOS-US', 'KTOS-US', 'CACI-US',
    'BAH-US', 'AVAV-US', 'HAG-DE', 'PL-US', 'NXSN-IL', '272210-KR',
    'SAIC-US', 'PSN-US', 'ONDS-US', 'KBR-US', 'AMTM-US', 'MRCY-US',
    'DRS-US', 'QQ-GB', 'OSIS-US', 'BBAI-US']

df_precios['grupo'] = df_precios['ticker'].apply(
    lambda x: 'Defensa Tradicional' if x in defensa_tradicional
    else ('Defensa Tecnológica' if x in defensa_tecnologica else None))

retornos_cartera = (
    df_precios.dropna(subset=['return_daily', 'grupo'])
    .groupby(['date', 'grupo'])['return_daily']
    .mean()
    .reset_index()
    .rename(columns={'return_daily': 'return_cartera'}))

retornos_cartera['year'] = retornos_cartera['date'].dt.year
```

### PASO 6: CALCULAR MÉTRICAS ANUALES DE LA CARTERA

```
metricas_anuales = retornos_cartera.groupby(['grupo', 'year'])['return_cartera'].agg([
    ('mean_daily', 'mean'),
    ('std_daily', 'std'),
    ('n_obs', 'count')
]).reset_index()

metricas_anuales = metricas_anuales[metricas_anuales['n_obs'] >= 200]

metricas_anuales['rentabilidad_anual'] = metricas_anuales['mean_daily'] * 252
metricas_anuales['volatilidad_anual'] = metricas_anuales['std_daily'] * (252 ** 0.5)
```

### PASO 7: UNIR CON RF Y CALCULAR SHARPE RATIO

```
sharpe_data = metricas_anuales.merge(rf_anual, on='year', how='left')

sharpe_data['Rf_anual_decimal'] = sharpe_data['Rf_anual'] / 100

sharpe_data['sharpe_ratio'] = (
    (sharpe_data['rentabilidad_anual'] - sharpe_data['Rf_anual_decimal'])
    / sharpe_data['volatilidad_anual']
)
```

```
print(sharpe_data)
```

## GRAFICOS EXPLORATIVOS

### GRÁFICO 1: Evolución del Sharpe por grupo 2003-2025

```
import matplotlib.pyplot as plt

sharpe_plot = sharpe_data[sharpe_data['year'] <= 2025]
trad = sharpe_plot[sharpe_plot['grupo'] == 'Defensa Tradicional'].sort_values('year')
tec = sharpe_plot[sharpe_plot['grupo'] == 'Defensa Tecnológica'].sort_values('year')

merged = trad.merge(tec, on='year', suffixes=('_trad', '_tec'))
merged['diff'] = merged['sharpe_ratio_trad'] - merged['sharpe_ratio_tec']

subperiodos = [
    (2003, 2007, '#dce8f5', 'P1\n2003-07'),
    (2008, 2010, '#fdf3d0', 'P2\n2008-10'),
    (2011, 2019, '#d5f0e0', 'P3\n2011-19'),
    (2020, 2025, '#ead5f5', 'P4\n2020-25'),
]

# Límites entre subperiodos
limites = [2007.5, 2010.5, 2019.5]

fig, ax = plt.subplots(figsize=(13, 6))

# Bandas de subperiodo
for inicio, fin, color, label in subperiodos:
    ax.axvspan(inicio - 0.5, fin + 0.5, alpha=0.6, color=color, zorder=0)
    ax.text((inicio + fin) / 2, 4.05, label,
           ha='center', va='top', fontsize=9, color='#444444', style='italic')

# Líneas de separación entre periodos
for lim in limites:
    ax.axvline(x=lim, color='#888888', linestyle='--', linewidth=1.0, alpha=0.7, zorder=2)

# Barras de diferencia
bar_colors = ['#2980b9' if d >= 0 else '#e67e22' for d in merged['diff']]
ax.bar(merged['year'], merged['diff'], color=bar_colors, alpha=0.15,
      width=0.7, zorder=1, label='Diferencia (Trad - Tec)')

# Líneas principales
ax.plot(trad['year'], trad['sharpe_ratio'], marker='o',
      label='Defensa Tradicional', linewidth=2.2, zorder=3, color='#2980b9')
```

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

```
ax.plot(tec['year'], tec['sharpe_ratio'], marker='s',
        label='Defensa Tecnológica', linewidth=2.2, zorder=3, color='#e67e22')

# Sharpe = 0
ax.axhline(y=0, color='#c0392b', linestyle='--', alpha=0.6, linewidth=1)

ax.set_xlim(2002.5, 2025.5)
ax.set_ylim(-2.1, 4.3)
ax.set_xticks(range(2003, 2026))
ax.tick_params(axis='x', rotation=45)
ax.set_xlabel('Año', fontsize=11)
ax.set_ylabel('Ratio de Sharpe', fontsize=11)
ax.set_title('Evolución del Ratio de Sharpe por Grupo (2003-2025)', fontsize=13, pad=20)
ax.legend(loc='lower right', fontsize=10)
ax.grid(True, alpha=0.3, zorder=0)

plt.tight_layout()
plt.savefig('figural_sharpe_v3.png', dpi=150, bbox_inches='tight')
plt.show()
```

```
tabla = sharpe_data[sharpe_data["year"] <= 2025].pivot(
    index="year", columns="grupo", values="sharpe_ratio"
)

tabla["Diferencia (Tradicional - Tecnológica)"] = (
    tabla["Defensa Tradicional"] - tabla["Defensa Tecnológica"]
)

from IPython.display import display

display(
    tabla.style
        .format("{:.4f}") # ajusta decimales aquí
        .set_caption("SHARPE RATIO POR GRUPO Y AÑO")
)
```

```
# Calcular medias por subperiodo para Tabla 2
tabla['subperiodo'] = pd.cut(tabla.index, bins=[2002, 2007.5, 2010.5, 2019.5, 2025.5],
labels=['P1', 'P2', 'P3', 'P4'])
medias_subperiodo = tabla.groupby('subperiodo')[['Defensa Tradicional', 'Defensa
Tecnológica']].mean()
medias_subperiodo['Diferencia'] = medias_subperiodo['Defensa Tradicional'] -
medias_subperiodo['Defensa Tecnológica']
print("\n=== TABLA 2: SHARPE MEDIO POR SUBPERIODO ===")
```

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

```
print(medias_subperiodo.round(2))
print(f"Total periodo: Trad {tabla['Defensa Tradicional'].mean():.2f}, Tec {tabla['Defensa Tecnológica'].mean():.2f}, Dif {tabla['Diferencia (Tradicional - Tecnológica)'].mean():.2f}")
```

### GRAFICO 2: Rentabilidad acumulada (base 100) por grupo 2003 a 2025

```
# Filtrar hasta 2025
retornos_plot = retornos_cartera[retornos_cartera['year'] <= 2025].copy()
retornos_plot = retornos_plot.sort_values(['grupo', 'date'])

# Calcular índice acumulado base 100 por grupo
retornos_plot['index_base_100'] = (
    retornos_plot.groupby('grupo')['return_cartera']
    .apply(lambda x: (1 + x).cumprod() * 100)
    .reset_index(level=0, drop=True)
)

# Separar por grupo
tradicional = retornos_plot[retornos_plot['grupo'] == 'Defensa Tradicional']
tecnologica = retornos_plot[retornos_plot['grupo'] == 'Defensa Tecnológica']

# Plot
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(tradicional['date'], tradicional['index_base_100'], label='Defensa Tradicional',
         linewidth=2)
plt.plot(tecnologica['date'], tecnologica['index_base_100'], label='Defensa Tecnológica',
         linewidth=2)

plt.xlabel('Fecha')
plt.ylabel('Índice (base 100)')
plt.title('Rentabilidad acumulada por grupo (base 100, 2003 a 2025)')
plt.legend()
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

### GRAFICO 3: Descomposición rentabilidad y volatilidad (media por subperiodo, 2003 a 2025)

```
# Filtrar hasta 2025
data = sharpe_data[sharpe_data['year'] <= 2025].copy()

# Asignar subperiodo
condiciones = [
    (data['year'] >= 2003) & (data['year'] <= 2007),
    (data['year'] >= 2008) & (data['year'] <= 2010),
    (data['year'] >= 2011) & (data['year'] <= 2019),
```

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

```
(data['year'] >= 2020) & (data['year'] <= 2025),
]
etiquetas = ['P1', 'P2', 'P3', 'P4']
data['periodo'] = np.select(condiciones, etiquetas, default=None)

# Media por grupo y subperiodo
resumen = (
    data.groupby(['grupo', 'periodo'], as_index=False)[['rentabilidad_anual',
'volatilidad_anual']]
    .mean()
)

# Colores: azul para Tradicional, naranja para Tecnológica
colores = {
    'Defensa Tradicional': '#1f77b4',
    'Defensa Tecnológica': '#ff7f0e'
}

plt.figure(figsize=(10, 6))

for grupo in resumen['grupo'].unique():
    sub = resumen[resumen['grupo'] == grupo]
    plt.scatter(
        sub['volatilidad_anual'],
        sub['rentabilidad_anual'],
        label=grupo,
        color=colores[grupo],
        s=120,
        edgecolors='white',
        linewidths=0.8,
        zorder=3
    )
    for _, row in sub.iterrows():
        if grupo == 'Defensa Tecnológica' and row['periodo'] == 'P4':
            offset = (15, -5)
        elif grupo == 'Defensa Tradicional':
            offset = (10, -20)
        else:
            offset = (10, 10)
        plt.annotate(
            f"{row['periodo']}\n({row['rentabilidad_anual']:.1%},
{row['volatilidad_anual']:.1%})",
            xy=(row['volatilidad_anual'], row['rentabilidad_anual']),
            xytext=offset,
```

```
        textcoords='offset points',
        fontsize=8,
        fontweight='bold',
        color=colores[grupo],
        bbox=dict(boxstyle='round,pad=0.3', facecolor='white', edgecolor=colores[grupo],
alpha=0.85),
        zorder=5
    )

plt.xlabel('Volatilidad anualizada')
plt.ylabel('Rentabilidad anualizada')
plt.title('Rentabilidad vs Volatilidad (media por subperiodo, 2003 a 2025)')
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

print(resumen.sort_values(['periodo', 'grupo']))
```

### GRAFICO 4: Boxplot de la dispersión del Sharpe anual por grupo (2003 a 2025)

```
# Filtrar hasta 2025 y quedarnos con Sharpe anual
data = sharpe_data[sharpe_data['year'] <= 2025].copy()

trad = data[data['grupo'] == 'Defensa Tradicional']['sharpe_ratio'].dropna()
tec = data[data['grupo'] == 'Defensa Tecnológica']['sharpe_ratio'].dropna()

# Boxplot
plt.figure(figsize=(8, 6))
plt.boxplot([trad, tec], labels=['Defensa Tradicional', 'Defensa Tecnológica'],
showfliers=True)
plt.axhline(0, color='red', linestyle='--', alpha=0.5)
plt.ylabel('Sharpe Ratio anual')
plt.title('Dispersión del Sharpe anual por grupo (2003 a 2025)')
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.tight_layout()
plt.show()

# Tabla resumen para citar números en el texto
resumen_box = data.groupby('grupo')['sharpe_ratio'].agg(['count', 'mean', 'median', 'std',
'min', 'max']).reset_index()
print(resumen_box)
```

### TABLA ADICIONAL: Numero medio de empresas por grupo en cada periodo

```
subperiodos = {'P1': range(2003,2008), 'P2': range(2008,2011),
```

## Heterogeneidad en el Sector Defensa: Análisis Comparativo de Modelos de Negocio

```
        'P3': range(2011,2020), 'P4': range(2020,2026)}

grupos = {'Defensa Tradicional': defensa_tradicional,
          'Defensa Tecnológica': defensa_tecnologica}

for periodo, years in subperiodos.items():
    for grupo, tickers in grupos.items():
        counts = []
        for y in years:
            df_year = df_precios[
                (df_precios['date'].dt.year == y) &
                (df_precios['ticker'].isin(tickers))
            ]
            n_activas = df_year.groupby('ticker').filter(
                lambda x: x['tr_gross_usd'].notna().sum() >= 200
            )['ticker'].nunique()
            counts.append(n_activas)
        print(f"{periodo} | {grupo}: media {sum(counts)/len(counts):.1f} | por año: {counts}")
```

### Gráfico adicional: Gasto Militar EE. UU.

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

años = list(range(2003, 2025))
gasto = [729680.6, 795293.5, 831923.9, 843911.7, 866430.5, 929457.8, 1002596.4,
         1031257.1, 1019045.9, 962443.2, 888413.2, 833765.0, 814831.4, 812331.0,
         803961.2, 828158.3, 875217.4, 916416.6, 906594.3, 896121.2, 916014.7, 968381.6]

# Convertir a miles de millones para mejor lectura
gasto_bn = [g / 1000 for g in gasto]

fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 6))

ax.plot(años, gasto_bn, color='#1f77b4', linewidth=2.5, marker='o', markersize=4)

# Subperiodos
subperiodos = [
    (2003, 2007, 'Periodo 1'),
    (2008, 2010, 'Periodo 2'),
    (2011, 2019, 'Periodo 3'),
    (2020, 2024, 'Periodo 4'),
]

colores_fondo = ['#d4e6f1', '#d5f5e3', '#fdebd0', '#e8daef']
```

```
for (inicio, fin, label), color in zip(subperiodos, colores_fondo):
    ax.axvspan(inicio - 0.5, fin + 0.5, alpha=0.3, color=color, label=label)

ax.set_xlabel('Año')
ax.set_ylabel('Gasto militar (miles de millones USD constantes 2024)')
ax.set_title('Evolución del gasto militar de EE.UU., 2003-2024 (precios constantes de 2024)')
ax.legend(loc='lower left')
ax.grid(True, alpha=0.3)
ax.set_xticks(años)
ax.set_xticklabels(años, rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Fuente: *Elaboración propia. Los datos procesados proceden de FactSet Terminal y FRED (Reserva Federal de St. Louis).*

## 8. Bibliografía

- Beaver, W., Peters, R., Venable, J., & Di Pane, J. (2024). *Prioritizing Procurement over Research and Development* (No. 3804). The Heritage Foundation. <https://www.heritage.org/defense/report/prioritizing-procurement-over-research-and-development>
- Brunnermeier, M., & Oehmke, M. (2012). *Bubbles, Financial Crises, and Systemic Risk* (No. W18398; p. w18398). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w18398>
- Bureau of Political-Military Affairs. (2025, marzo 12). U.S. Security Cooperation with Ukraine. *United States Department of State*. <https://www.state.gov/bureau-of-political-military-affairs/releases/2025/01/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>

- Congressional Budget Office. (2008). *Analysis of the Growth in Funding for Operations in Iraq, Afghanistan, and Elsewhere in the War on Terrorism*. Congressional Budget Office. <https://www.cbo.gov/publication/24751>
- Covachev, S., & Fazakas, G. (2025). The effects of the Russia–Ukraine war and the Wagner Group coup on defense stocks in Europe: An event study analysis. *Studies in Economics and Finance*, 42(1), 31-42. <https://doi.org/10.1108/SEF-11-2023-0675>
- Daniels, S. P. (2025, septiembre 16). *Defense Budgets in an Uncertain Security Environment*. Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/chapter-13-defense-budgets-uncertain-security-environment>
- Fabozzi, F. J., Ma, K. C., & Oliphant, B. J. (2008). Sin Stock Returns. *The Journal of Portfolio Management*, 35(1), 82-94. <https://doi.org/10.3905/JPM.2008.35.1.82>
- Federico Caviggioli, Antonio De Marco, & Giuseppe Scellato. (2018). *Assessing the innovation capability of EU companies in developing dual use technologies*. Publications Office. <https://doi.org/10.2760/032120>
- Gheorghe, C., & Panazan, O. (2024). Investigating the effect of geopolitical risk on defense companies' stock returns. *Heliyon*, 10(24), e40974. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40974>
- Hong, H., & Kacperczyk, M. (2009). The price of sin: The effects of social norms on markets. *Journal of Financial Economics*, 93(1), 15-36. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.09.001>

Houge, T., Loughran, T., Suchanek, G., & Yan, X. (2001). Divergence of Opinion, Uncertainty, and the Quality of Initial Public Offerings. *Financial Management*, 30(4), 5-23.  
<https://doi.org/10.2307/3666256>

Howell, S. T., Rathje, J., Van Reenen, J., & Wong, J. (2021). Opening up Military Innovation: Causal Effects of ‘Bottom-Up’ Reforms to U.S. Defense Research. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3825034>

Jensen, M. C. (1968). THE PERFORMANCE OF MUTUAL FUNDS IN THE PERIOD 1945–1964. *The Journal of Finance*, 23(2), 389-416. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00815.x>

Levy, R., Crotty, R., & Moore, C. (2011). *Wall Street and the Pentagon: Defense Industry Access to Capital Markets, 1990-2010. An Annotated Brief*: Defense Technical Information Center. <https://doi.org/10.21236/ADA555621>

Markowitz, H. (1952). PORTFOLIO SELECTION\*. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.  
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>

Moncada-Paternò-Castello, P., Amoroso, S., & Cincera, M. (2020). Corporate R&D intensity decomposition: Different data, different results? *Science and Public Policy*, scaa026.  
<https://doi.org/10.1093/scipol/scaa026>

MSCI Inc. (2026, enero 30). *MSCI World Aerospace and Defense Index*. MSCI.  
<https://www.msci.com/documents/10199/3675869d-f312-4d1f-8ca8-aa59b8220330>

NATO. (2025). *Defence Expenditure of NATO Countries (2014-2025)* (Press Release). NATO Public Diplomacy Division.

<https://www.nato.int/content/dam/nato/webready/documents/finance/def-exp-2025-en.pdf>

North Atlantic Treaty Organization. (2024, febrero 14). *Secretary General welcomes unprecedented rise in NATO defence spending*. North Atlantic Treaty Organization (NATO). <https://www.nato.int/en/news-and-events/articles/news/2024/02/14/secretary-general-welcomes-unprecedented-rise-in-nato-defence-spending>

Perlo-Freeman, S., Ismail, O., & Solmirano, C. (2010). Military expenditure. En *SIPRI Yearbook 2010: Armaments, Disarmament and International Security* (pp. 178-201). Oxford University Press. [https://www.sipri.org/sites/default/files/SIPRIYB201005.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.sipri.org/sites/default/files/SIPRIYB201005.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Perlo-Freeman, S., & Solmirano, C. (2014). *Trends in world military expenditure, 2013* [SIPRI Fact Sheet]. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). <https://www.sipri.org/sites/default/files/files/FS/SIPRIFS1404.pdf>

Perold, A. F. (2004). The Capital Asset Pricing Model. *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 3-24. <https://doi.org/10.1257/0895330042162340>

Sagbakken, S. T., & Zhang, D. (2022). European sin stocks. *Journal of Asset Management*, 23(1), 1-18. <https://doi.org/10.1057/s41260-021-00247-9>

- Salaber, J. M. (2007). The Determinants of Sin Stock Returns: Evidence on the European Market. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1071746>
- Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe Ratio. *The Journal of Portfolio Management*, 21(1), 49-58. <https://doi.org/10.3905/jpm.1994.409501>
- Sion, M., Wenzel, J., & Quirk, E. (2025, septiembre). *Defense Investment at a Turning Point*. Bain. <https://www.bain.com/insights/defense-investment-at-a-turning-point/>
- SIPRI Military Expenditure Database*. (2024). [Dataset]. Stockholm International Peace Research Institute.
- Sortino, F. A., & Van Der Meer, R. (1991). Downside risk. *The Journal of Portfolio Management*, 17(4), 27-31. <https://doi.org/10.3905/jpm.1991.409343>
- Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2023, abril 24). *World military expenditure reaches new record high as European spending surges*. SIPRI. <https://www.sipri.org/media/press-release/2023/world-military-expenditure-reaches-new-record-high-european-spending-surges>
- Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (2024, abril 22). *SIPRI Fact Sheet April 2024: Trends in world military expenditure, 2023*. SIPRI. [https://www.sipri.org/publications/2024/sipri-fact-sheets/trends-world-military-expenditure-2023?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.sipri.org/publications/2024/sipri-fact-sheets/trends-world-military-expenditure-2023?utm_source=chatgpt.com)

Theohary, C. A. (2025). *Defense Primer: U.S. Cyber Command (USCYBERCOM)* (No. IF13042). Congressional Research Service. <https://www.congress.gov/crs-product/IF13042>

Treynor, J. L. (Ed.). (2012). How to Rate Management of Investment Funds. En *Treynor on Institutional Investing* (1.<sup>a</sup> ed., pp. 69-87). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119196679.ch10>

U.S. Government Accountability Office. (2013, noviembre 7). *Sequestration: Observations on the Department of Defense's Approach in Fiscal Year 2013*. <https://www.gao.gov/products/gao-14-177r>

VanEck Asset Management B.V. (2025a). *VanEck Defense UCITS ETF - Documento de Datos Fundamentales (KID)*. VanEck Asset Management B.V. [https://www.vaneck.com/globalassets/home/ucits/documents/kids/kid\\_vaneck-defense-ucits-etf\\_es-es.pdf](https://www.vaneck.com/globalassets/home/ucits/documents/kids/kid_vaneck-defense-ucits-etf_es-es.pdf)

VanEck Asset Management B.V. (2025b). *VanEck Defense UCITS ETF - Factsheet (DFNS)*. VanEck Asset Management B.V. <https://www.vaneck.com/es/en/library/factsheets/dfns-fact-sheet.pdf>

Zhang, Z., Bouri, E., Klein, T., & Jalkh, N. (2022). Geopolitical risk and the returns and volatility of global defense companies: A new race to arms? *International Review of Financial Analysis*, 83, 102327. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102327>