



Evaluación de la Complejidad en Proyectos de Defensa: Diseño y Aplicación de un Modelo para el Reemplazo de la Capacidad Submarina de la Armada de Colombia

Nicolás Bermúdez Arciniegas

Universidad EAN
Facultad de Ingeniería
Maestría en Gerencia de Proyectos
Cartagena D.T y C., Colombia
20/marzo/2026

Evaluación de la Complejidad en Proyectos de Defensa: Diseño y Aplicación de un Modelo
para el Reemplazo de la Capacidad Submarina de la Armada de Colombia

Nicolás Bermúdez Arciniegas

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magíster en Gerencia de Proyectos

Director:

Dr. Luis Javier Serrano-Tamayo

Modalidad:

Trabajo Dirigido

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría de Gerencia de Proyectos

Cartagena D.T y C., Colombia

20/marzo/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Dedicado a mi familia, por permitirme sacrificar tiempo de ellos, para lograr una meta personal.

Asimismo, a la Armada Nacional, que más que un trabajo es un estilo de vida, que me ha enseñado y me ha convertido en la persona que soy.

Resumen

Este trabajo presenta una mirada a la complejidad en los proyectos del sector de defensa, a través de la evaluación del proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada Nacional de Colombia. Este tipo de proyectos demanda una alta inversión de recursos, presenta ciclos de vida prolongados, cuenta con un número considerable de stakeholders con diferentes niveles de influencia y poder dentro del proyecto, así como su importancia estratégica para la defensa de la soberanía, la integridad territorial y la disuasión estratégica, presenta niveles de complejidad elevados por la interacción de cada uno de los factores descritos con anterioridad.

Por tanto, con el objetivo de brindar desde la academia herramientas para mejorar la gestión de este tipo de proyectos complejos, el trabajo se centra en analizar, desde los modelos, los estándares y la literatura más relevante, las dimensiones y los factores relevantes que constituyen un punto de confluencia de la complejidad. Una vez identificadas estas dimensiones y factores, se diseñó un modelo de evaluación que permitiera obtener un diagnóstico para caracterizar la complejidad. De esta manera, se generan diferentes tareas y actividades que permitirán la adaptabilidad y resiliencia del proyecto a la complejidad, coadyuvando así al éxito del reemplazo de los submarinos.

Palabras clave: Adaptabilidad, Complejidad, Dimensiones, Modelo MCSD-AS, Sector de defensa, Submarino.

Abstract

This study presents an analysis of complexity in defense sector projects through the evaluation of the Colombian National Navy's submarine replacement program. This type of project requires a high level of resource investment, has long life cycles, and includes a considerable number of stakeholders with varying levels of influence and power within the project. Additionally, its strategic importance for national defense, territorial integrity, and strategic deterrence contributes to elevated levels of complexity arising from the interaction of these factors.

Therefore, with the aim of providing academic tools to improve the management of this type of complex project, this study focuses on analyzing, from models, standards, and relevant literature, the dimensions and key factors that converge to shape project complexity. Once these dimensions and factors were identified, an evaluation model was designed to produce a diagnostic framework for characterizing complexity. Based on this diagnosis, specific tasks and activities are proposed to enhance the project's adaptability and resilience, thereby contributing to the successful execution of the submarine replacement program.

Keywords: adaptability, complexity, dimensions, MCSD-AS model, defense sector, submarine

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Ciclo de vida del Buque vs. Costos</i>	17
Figura 2 <i>Concepto General del Plan PROCYON</i>	19
Figura 3 <i>Análisis Sector Defensa</i>	22
Figura 4 <i>Organigrama</i>	25
Figura 5 <i>Pentágono Naval</i>	27
Figura 6 <i>Normograma Armada Nacional</i>	28
Figura 7 <i>Tipos de Submarinos</i>	30
Figura 8 <i>Astilleros de Submarinos Convencionales</i>	35
Figura 9 <i>Dimensiones de la Complejidad Sector de Defensa desde los modelos</i>	42
Figura 10 <i>Dimensiones de Complejidad Sector de Defensa Desde los Estándares</i>	44
Figura 11 <i>Identificación de las Dimensiones de Complejidad Aplicables</i>	45
Figura 12 <i>Aplicación del Modelo MCSD-AS</i>	50
Figura 13 <i>Modelo de Complejidad Propuesto</i>	51
Figura 14 <i>Medición de Pesos de Factores por Dimensiones</i>	53
Figura 15 <i>Resultados de Complejidad MCSD-AS</i>	64
Figura 16 <i>Calificación de Dimensiones por Grupos</i>	66
Figura 17 <i>Resultado por Grupos de Expertos</i>	67
Figura 18 <i>Distribución Nivel de Complejidad por Factores</i>	68
Figura 19 <i>Percepción de Complejidad Alta-Crítica y Baja-Media</i>	70
Figura 20 <i>Diagrama Gantt Plan de Acción General</i>	91

Tabla de Contenido

Introducción.....	13
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Justificación.....	16
Marco Institucional.....	20
Análisis Sector Defensa	20
Marco jurídico y misional de la Armada Nacional	21
Misión y Visión Institucional	23
Estructura organizacional.....	24
Funciones de la Armada de Colombia.....	26
Análisis de la Planeación Institucional.....	27
Submarinos	29
Factores especiales en los Proyectos de Submarinos	29
Financieros y Presupuestales	30
Políticos y Geopolítica.....	31
Entrenamiento y Capacitación	32
Complejidad Técnica.....	33
Marco de Referencia.....	36
Introducción al Concepto de Complejidad.....	36
Revisión Literaria del Concepto de la Complejidad.....	38
Modelos de Complejidad en la Literatura Científica.....	39
Dimensiones de Complejidad en los Modelos de la Literatura Científica	40
La Complejidad desde los Estándares de Gerencia de Proyectos.....	42
Dimensiones de Complejidad identificadas en los Estándares.....	43
Dimensiones del Modelo de Evaluación de la Complejidad Propuesto.....	45
Diseño Metodológico	47
Enfoque y Fases de la Investigación	47
Población y Muestra.....	49
Estructura del Modelo	50
Nivel de Complejidad Estratégica y Contextual.....	54
Nivel de Complejidad organizacional e institucional.....	54
Nivel de Complejidad técnica y adaptativa	55

Diagnóstico Organizacional	61
Procesamiento de Datos.....	61
Análisis de los resultados.....	71
Situación Actual.....	71
Fortalezas	72
Oportunidades de mejora.....	72
Plan de Intervención	75
Conclusiones.....	92
Recomendaciones	94
ARC y MDN.....	94
Ámbito Académico	95
Referencias	96
Apéndice	105
Apéndice A. Revisión de los Conceptos de Complejidad	105
Apéndice B. Revisión de los Modelos de Complejidad.....	113
Apéndice C. Revisión de los Estándares de Gerencia de Proyectos.....	123
Apéndice D. Descripción de Dimensiones del Modelo MCSD-AS	136

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Elementos Relevantes de los Conceptos de Complejidad</i>	38
Tabla 2 <i>Dimensiones de la Complejidad Sector de Defensa desde los modelos</i>	40
Tabla 3 <i>Gestión de dimensiones de complejidad a través de los estándares.</i>	43
Tabla 4 <i>Ficha Técnica Modelo MCSD-AS</i>	47
Tabla 5 <i>Modelo MCSD-AS</i>	56
Tabla 6 <i>Nivel de Complejidad por Factores y Dimensiones.</i>	62
Tabla 7 <i>Resultado por grupos de muestra</i>	65
Tabla 8 <i>Resultados de Moda y Porcentaje de Consenso.</i>	69
Tabla 9 <i>Plan de Acción Complejidad Crítica Seguridad de la Información</i>	76
Tabla 10 <i>Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Ciclo de Vida</i>	80
Tabla 11 <i>Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Incertidumbre Estratégica</i>	83
Tabla 12 <i>Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Dependencia Tecnológica</i>	86
Tabla 13 <i>Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Dinamismo del Entorno</i>	89

Lista de Acrónimos

AIPM	Australian Institute of Project Management
APM	Association for Project Management
ARC	Armada de la República de Colombia
AUKUS	Alianza de seguridad trilateral de defensa entre Australia, el Reino Unido y Estados Unidos
CONFIS	Consejo Superior de Política Fiscal
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DECA	Delivery Environment Complexity Analytic
DPROE	Dirección de Programas Estratégicos
FMI	Fondo Monetario Internacional
G2G	Government to Government
IA	Inteligencia Artificial
ISO	International Organization for Standardization
JPLAN	Jefatura de Planeación Naval
KRI	Kapal Perang Republik Indonesia
LEP	Life Extension Program
MCSD-AS	Modelo de Complejidad del Sector de Defensa aplicado a la Adquisición de Submarinos
MDN	Ministerio de Defensa Nacional
NAO	National Audit Office
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
PPM	Project Profile Matrix
PROCYON	Plan de Construcción y Optimización Naval
PLOTEOS	Programa Plataforma Oceánica para el Desarrollo Tecnológico y Estratégico Submarino
SAT	Sea Acceptance Trials
SoS	Sistema de Sistemas
TKMS	Thyssenkrupp Marine Systems
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity

Introducción

Colombia cuenta, para su defensa, con una serie de equipos especializados que permiten generar disuasión estratégica. A la fecha, hay equipos que ya han cumplido varias décadas de servicio, lo que ha provocado el fin de su ciclo de vida y ha dado cabida a factores como la obsolescencia, que genera brechas en la tecnología y en los procesos logísticos de sostenimiento. Por consiguiente, hay una reducción de las condiciones de seguridad y de la efectividad misional (Lamb, 2013). Avanzar en cerrar las brechas descritas con anterioridad implica analizar estas condiciones de manera holística para determinar los mejores cursos de acción (Romero et al., 2010). En tal sentido, tras un análisis de los equipos navales estratégicos, se concluye que es necesario avanzar en un proyecto de renovación de los submarinos de la Armada de la República de Colombia (ARC) (Armada Nacional, 2020). Esto implica un reto para los responsables de la toma de decisiones estratégicas de la institución, quienes deben garantizar, mediante una lectura estratégica del entorno, una gestión exitosa y resiliente.

En la última década, el entorno ha mostrado tendencia a nuevas dinámicas emergentes como resultado de los avances tecnológicos, los enfoques políticos y los cambios en los mercados, lo que demuestra la importancia de adaptarse. Como por ejemplo, la inteligencia artificial ha acelerado procesos en diversos campos, trayendo desafíos en la implementación de esta en los proyectos (Goryunova & Yawson, 2025), y, aún más, las guerras y conflictos actuales ponen de manifiesto la interdependencia de los sistemas políticos, en parte debido a alianzas estratégicas y económicas, lo que configura un escenario de crisis interdependientes que se retroalimentan (Lawrence et al., 2024). Por ello, se ha evidenciado la necesidad de abordar la complejidad de los proyectos.

El contexto actual se ha tornado más complejo debido a las interacciones entre factores y a la rapidez de la información. En conjunto, estos factores mencionados han contribuido al incremento de la complejidad global, como lo describe el World Economic Forum (2025) al referirse a los desafíos emergentes. En este escenario, representado por entornos emergentes, volátiles y sujetos a transformaciones rápidas, la búsqueda de un control estricto bajo enfoques tradicionales de gestión resulta cada vez menos pertinente para responder al entorno (Harake, 2025). Como resultado de esto, se ha cambiado la manera en que los diferentes sectores desarrollan, planifican e implementan el trabajo estratégico.

El sector de defensa no es ajeno a este abordaje de la complejidad, ya que constituye un factor importante en la gestión de los proyectos. La complejidad del sector se basa en su carácter estratégico, que debe garantizar la subsistencia del Estado a través de su integridad y la soberanía frente a amenazas internas y externas (Armada Nacional, 2024; Armada Nacional, 2020). El sector de defensa es susceptible al ámbito político, a su dependencia tecnológica, a sus elevadas inversiones y a la amplia variedad de actores que influyen (Rezende et al., 2022). Esto aumentará la complejidad en la medida en que el equipo incida en el cumplimiento de la misión institucional.

La ARC identificó en el proyecto de reemplazo de la flota de submarinos un impacto positivo en la defensa nacional, aportando a la capacidad de disuasión hemisférica y a la reducción de brechas. Este equipo es fundamental para la estrategia de defensa gracias a ser un fuerte elemento disuasorio, debido a su sigilo, autonomía y capacidad de vigilancia, lo que les permite garantizar la ventaja en el ejercicio del control del mar (Jennings & Hellyer, 2020). Por lo tanto, cuando se habla de un proyecto de reemplazo de submarinos, se asocia de inmediato con un proyecto complejo.

El reemplazo constituye un esfuerzo interinstitucional y multisectorial que involucra diferentes entes estatales, proveedores y gobiernos internacionales. Cada uno de estos cuenta con intereses, niveles de influencia y responsabilidades diferentes. Por tanto, su gestión requiere procesos de toma de decisiones basados en el diálogo, la adaptabilidad continua y la vigilancia del entorno (Project Management Institute, 2014). Sin embargo, pese a la relevancia de este tipo de proyectos, la literatura académica y profesional disponible presenta un vacío para analizar de manera holística la complejidad asociada a proyectos de adquisición de capacidades estratégicas en el sector de defensa, en especial aquellos que involucran información clasificada o de carácter estratégico (Rezende et al., 2022). A nivel de Colombia, la guía de gestión de este tipo de proyectos del sector de defensa, donde se aborda la complejidad, sigue siendo limitada.

Por lo tanto, resulta necesario preguntarse: ¿Cuáles son las dimensiones y factores de complejidad que inciden en los proyectos de defensa y cómo puede evaluarse su nivel de impacto para orientar la gestión adaptativa del proyecto?. En consecuencia, el propósito de esta tesis es la creación de un modelo de medición de complejidad ajustado al sector de defensa, que resultará del análisis de la literatura especializada y de los estándares de gerencia de proyectos. El resultado aportará al desarrollo del proyecto mediante un plan de mejoramiento que busca tratar las dimensiones con mayor incidencia de complejidad.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada de Colombia, abordando las dimensiones de complejidad aplicables en la gerencia de proyectos.

Objetivos Específicos

- Analizar los modelos de gerencia de proyectos complejos, identificando las dimensiones más relevantes para el proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada de Colombia.
- Diagnosticar el nivel de complejidad del proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada de Colombia.
- Diseñar un plan de intervención organizacional para abordar la complejidad del proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada de Colombia.

Justificación

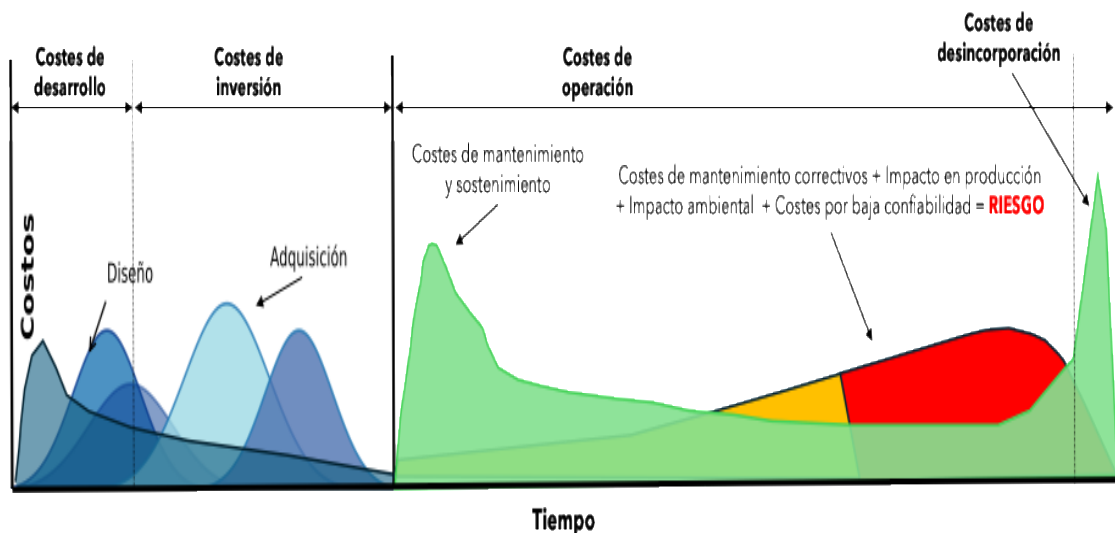
La ARC, para el cumplimiento de su misión descrita en la Constitución Política de Colombia (1991), en el artículo 217, dispone, en su rol de defensa de la Nación, de una serie de activos estratégicos, entre los que se cuentan cuatro submarinos (dos del tipo 209 y dos del tipo 206A). Estos activos submarinos contabilizan, al momento, una vida de servicio de más de cincuenta años desde su puesta en funcionamiento, lo que implica que han superado la proyección del ciclo de vida del astillero constructor (TKMS, 2025), lo que genera retos significativos, como la obsolescencia programada de equipos y sistemas, la pérdida de confiabilidad en la operación de sistemas y equipos, así como mayores costos de mantenimiento.

En algunos casos, la obsolescencia ha sido manejada a través de programas de mantenimiento profundos a sistemas y/o modernizaciones, que implican la necesidad de presupuestos robustos. Sin embargo, Colombia, al igual que muchos países de su mismo tipo, ha experimentado afectación de su economía, lo que ha generado reducciones significativas en los presupuestos estatales (Fondo Monetario Internacional, 2025). Esta situación ha impactado al sector de defensa, ya que el número de activos de defensa existentes sigue requiriendo sus mantenimientos programados para minimizar los impactos en el ciclo de vida (Armada Nacional, 2014). Por lo tanto, "la reducción de presupuestos para inversión en defensa ha incrementado la normalización de las desviaciones y degradado las capacidades estratégicas" (Segovia & Peroza, 2023, p. 11). En otras palabras, se ha acelerado la degradación de los activos por no haberse realizado todos los mantenimientos requeridos.

La Figura 1 muestra el ciclo de vida de un activo en función de las variables costo y tiempo. En la etapa inicial se concentran los costos asociados al diseño, la adquisición y la producción. Luego, se presenta la fase operativa, caracterizada por los costos de sostenimiento y mantenimiento planificados por la casa matriz o el fabricante (Lamb, 2013). Asimismo, se evidencia que, a medida que avanza el tiempo y el activo se aproxima al final de su vida útil, se incrementa la incidencia del mantenimiento correctivo, así como los impactos en la disponibilidad operativa, la afectación ambiental y el desempeño productivo (Armada Nacional, 2014), lo que da como resultado que los costos por una menor confiabilidad aumenten, configurando un escenario de mayor riesgo, tanto para el sistema como para sus operadores (Lamb, 2013).

Figura 1

Ciclo de vida del Buque vs. Costos



Nota. Elaboración de la ARC, basada en Ship Design and Construction Vol. II (2013).

Por otra parte, es relevante comprender que un activo de estas características técnicas y de alto grado de complejidad en sistemas de ingeniería presenta un ciclo de producción de varios años y costos de adquisición muy altos. Un ejemplo de ello es el submarino indonesio KRI Nagapasa, construido por TKMS en Kiel, Alemania. Dicho proceso se inició con la firma del contrato en diciembre de 2011 por 3 submarinos cada uno a 373 millones de dolares, lo que permitió comenzar la construcción en enero de 2012 y culminó con la entrega de la primera unidad de esta clase en marzo de 2016 (Chauhan, 2017). De manera similar, puede citarse el caso de Brasil con el submarino S40 Riachuelo, perteneciente al programa Scorpène de la empresa francesa Naval Group, cuya construcción se realizó por primera vez en territorio brasileño y comenzó en mayo de 2010 y finalizó en diciembre de 2018 (Naval Group, 2022) alcanzando un costo aproximado por unidad de 1.000 millones de dólares

. A partir de estos ejemplos, se evidencia la necesidad de aplicar los principios y herramientas de la gerencia de proyectos en macroproyectos estatales de alta complejidad, como los asociados al sector de defensa. Este tipo de iniciativas demanda elevados niveles de inversión de capital y puede generar efectos indirectos en la disponibilidad de recursos para otros proyectos estratégicos del Estado. En consecuencia, asegurar la eficiencia y la eficacia en el uso del presupuesto asignado

adquiere especial relevancia, al contribuir a una mejor toma de decisiones, a la transparencia institucional y a la generación de valor público.

Como se ha podido evidenciar, el proceso de adquisición y construcción de este tipo de capacidades supera los cuatro años. En consecuencia, la incorporación de este activo de defensa nacional constituye una prioridad estratégica para el sector de defensa, la cual quedó descrita en el CONPES 3990 (2020–2030) “Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030”, (2020), donde se sostiene que la modernización de las capacidades navales responde a la necesidad de mantener los medios estratégicos de la Armada Nacional, entre los cuales los submarinos ocupan un papel fundamental en el poder marítimo del Estado (Departamento Nacional de Planeación, 2020).

La ARC a través de la Dirección de Programas Estratégicos (DPROE), ha generado los diferentes planes que respaldan la prospectiva institucional, como es el Plan de Desarrollo Naval 2042, el cual contempla el Plan de Construcción y Optimización Naval (PROCYON), descrito en la Figura 2, para orientar la evolución y modernización de las capacidades navales. En ese sentido, se proyecta un esfuerzo orientado a consolidar la estructura de medios que el país requerirá en el futuro, integrando y dando continuidad a los programas y proyectos previos de modernización y adquisición de medios navales (Armada Nacional, 2020), incluyendo la capacidad submarina a través del Programa Plataforma Estratégica para el Desarrollo Tecnológico y Estratégico Submarino (PLOTEOS). Con el propósito de contribuir al trabajo desarrollado por la ARC en esta materia, el presente estudio ofrece implicaciones prácticas para la gestión de proyectos complejos en el sector defensa, particularmente en el caso de estudio relacionado con el Reemplazo de la Capacidad Submarina. En este contexto, el diseño y la aplicación de un modelo orientado a evaluar la complejidad del proyecto permitirá fortalecer la identificación, comprensión y gestión de los impactos asociados a problemas reales derivados de la ambigüedad, la incertidumbre y la interacción de múltiples factores estratégicos, organizacionales y técnicos.

El valor teórico de esta investigación es relevante toda vez que existen pocos estudios que analicen la complejidad de proyectos en el sector de defensa y, en particular, en un ámbito tan especializado como el de los submarinos, lo que genera un vacío de conocimiento al respecto. La literatura consultada al respecto muestra que los proyectos de defensa presentan elevados niveles de incertidumbre, que son el resultado del secretismo de la industria, la escasez de personal calificado y la complejidad tecnológica involucrada (Liu et al., 2021; Flyvbjerg, 2014). Además, este tipo de

proyectos suele estar influenciado por intereses políticos y resulta esencial para mantener ventajas estratégicas frente a potenciales adversarios (Hartley, 2012). En ese sentido, los resultados que se obtengan en este trabajo aportarán, desde el punto de vista de la ciencia de la gerencia de proyectos, una mirada holística que puede iluminar otros sectores.

Figura 2

Concepto General del Plan PROCYON



Nota. Tomado del Plan de Desarrollo Naval 2042 (Armada Nacional, 2020)

Marco Institucional

Para este trabajo de grado se tomará una institución perteneciente al sector de defensa, como es la Armada Nacional (ARC). Por lo tanto, empezará por un análisis del sector de defensa, para luego entrar al marco institucional de la ARC, misión, visión, estructura organizacional, el servicio que esta presta y el análisis de la planeación institucional. Una vez abordados estos temas y generada una contextualización de la organización, se presentará a los submarinos, quienes representan un equipo militar estratégico diferencial para la defensa de la nación, permitiendo a los lectores de este trabajo, por un lado, conocer este tipo de activos y, por otro, entender la complejidad que existe alrededor de un proyecto para la adquisición y reemplazo de este tipo de activos.

Análisis Sector Defensa

La ARC hace parte del sector Seguridad y Defensa, junto con el Ejército Nacional, la Fuerza Aeroespacial Colombiana y la Policía Nacional, instituciones adscritas al Ministerio de Defensa Nacional. En el contexto de las secciones anteriores, Colombia ha mantenido históricamente un nivel de gasto militar relevante dentro de su estructura fiscal, superior al promedio regional latinoamericano, lo que refleja la prioridad que el Estado otorga a la seguridad y la defensa en la agenda pública nacional. De acuerdo con el Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), Colombia, para el año 2025 se mantiene como el tercer referente de gasto en defensa en América Latina, con un monto que ascendió a US\$10.701,1 millones, superada solo por Brasil, con US\$23.900 millones, y México, con US\$13.600 millones (SIPRI, 2026). Sin embargo, gran parte de este gasto militar se destina a gastos de funcionamiento y personal.

Para la vigencia fiscal 2026, el Presupuesto General de la Nación fue estimado en aproximadamente \$546,9 billones de pesos, monto aprobado en el primer debate por las comisiones económicas del Congreso de la República (Hernández Bonilla, 2025). Dentro de este marco fiscal, el sector Defensa conserva una alta relevancia presupuestal; esta asignación ha representado históricamente entre el 3% y el 4% del PIB (Figura 3). Sin embargo, enfrenta restricciones asociadas al peso de los gastos de funcionamiento, los compromisos financieros y la limitada disponibilidad de recursos de inversión. En el caso de la Armada de Colombia, esta situación incide directamente en la capacidad de modernización, renovación de medios estratégicos como los submarinos, condicionando

su proyección institucional en el mediano y largo plazo. En consecuencia, el análisis sectorial evidencia que los proyectos estratégicos de la ARC, especialmente aquellos relacionados con capacidades navales mayores, deben formularse considerando un entorno fiscal restrictivo, como se evidencia el caso de los recursos previstos en el CONPES 4187 de 2026 que tiene por objetivo cerrar las brechas y priorizar inversiones estratégicas para fortalecer la capacidad, para lo cual se destinó a acuerdo números del DNP 13 billones de pesos a ser asignados en ocho vigencias entre los años 2027 a 2034 y de los cuales la participación de la Armada Nacional contará con 3,4 billones para potenciar la vigilancia marítima y fluvial (DNP, 2026).

El análisis sectorial evidencia que el MDN mantiene una participación presupuestal sostenida y superior frente a otros ministerios estratégicos, lo que confirma la prioridad fiscal del sector de seguridad y defensa en la agenda pública. Sin embargo, la estructura interna del presupuesto se concentra en gastos de personal y de funcionamiento, lo que reduce el margen disponible para la inversión. En el caso de la Armada, aunque la asignación muestra estabilidad relativa, su participación no presenta incrementos proporcionales a las necesidades de modernización y renovación de capacidades. Esta condición configura un entorno presupuestal restrictivo para proyectos estratégicos, donde la incertidumbre financiera se convierte en un factor crítico de complejidad para la adquisición de submarinos.

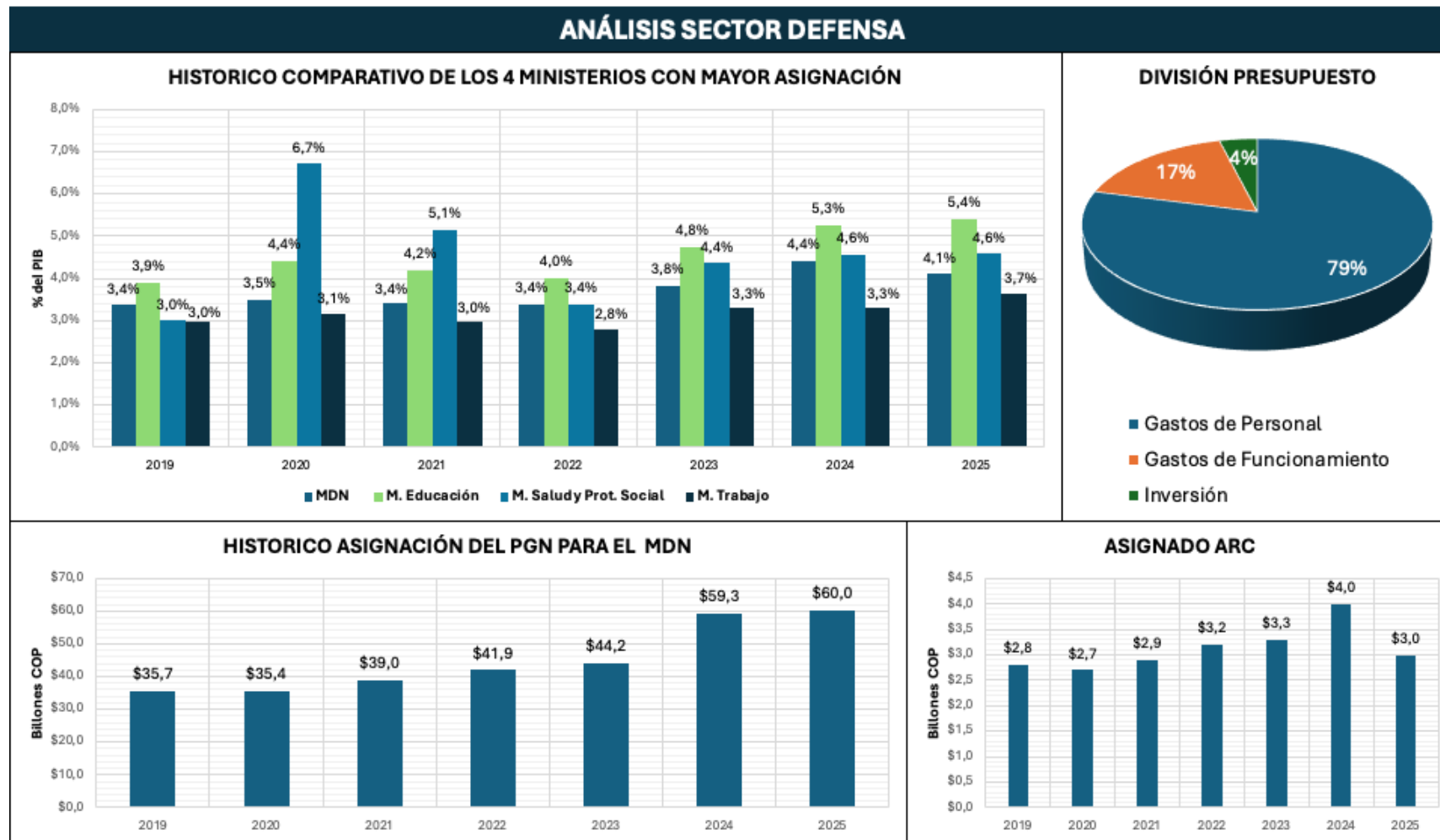
Marco jurídico y misional de la Armada Nacional

La Armada Nacional hace parte del Ministerio de Defensa Nacional, entidad que, por su naturaleza jurídica, pertenece al sector central de la administración pública nacional y forma parte de la rama ejecutiva del poder público en el orden nacional (Departamento Administrativo de la Función Pública, s. f.). La Armada Nacional está reglamentada por el Estado colombiano; con base en la Constitución Política de Colombia (1991) en su Título VII “De la Rama Ejecutiva”, Capítulo 7 “De la Fuerza Pública”, el Artículo 217 donde se establece que:

“La Nación tendrá para su defensa unas Fuerzas Militares permanentes constituidas por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea. Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional”. (pp. 105 y 106)

Figura 3

Análisis Sector Defensa



Nota. Elaboración propia a partir datos DNP, Diario La República y DANE.

El artículo 217 de la Constitución Política de Colombia establece las bases legales para la existencia y funciones de la ARC como componente esencial de las Fuerzas Militares, asignándole el deber de contribuir a la defensa del territorio, la soberanía nacional y el mantenimiento del orden constitucional, en el marco de la Rama Ejecutiva del poder público (Constitución Política de Colombia, 1991; García Villegas, 2014). Si bien su reglamentación actual responde al modelo constitucional del Estado colombiano, el origen de la ARC se remonta a los procesos históricos asociados a la formación de Colombia como nación independiente, donde las fuerzas navales desempeñaron un papel estratégico en la consolidación del Estado y la defensa del territorio (Bushnell, 1993; Armada Nacional, 2018). En la actualidad, la Armada Nacional tiene la responsabilidad de ejercer soberanía y presencia sobre el mar Caribe y el Océano Pacífico, así como sobre los ríos y espacios costeros, con el propósito de preservar la integridad territorial, mantener el orden constitucional, fortalecer el poder marítimo y proteger los intereses de la Nación (Armada Nacional, 2024). En conclusión, la ARC es una institución del sector público que tiene representación en una amplia parte del territorio nacional; sus funciones y responsabilidades son claras y vienen emanadas de la Constitución Nacional.

Misión y Visión Institucional

La ARC tiene como misión “desarrollar operaciones navales con el propósito de contribuir a la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio y el orden constitucional, así como la protección y desarrollo de los intereses nacionales” (Armada Nacional de Colombia, 2024). Dicha misión se deriva de las responsabilidades constitucionales asignadas a las Fuerzas Militares, las cuales se inscriben en los conceptos de defensa y seguridad del Estado colombiano, entendidos como funciones esenciales para la preservación del orden constitucional y la protección de los intereses nacionales (Buzan et al., 1998; Constitución Política de Colombia, 1991; García Villegas, 2014). La misión es muy precisa y gravita en tres aspectos fundamentales: mantener la supervivencia del Estado, de su territorio y de su población.

La visión institucional se enmarca en “ser una Armada de proyección e influencia regional, con tecnología y capacidades de vanguardia para la defensa y seguridad, determinantes para el desarrollo de los intereses nacionales, reconocida por su integridad y contribución al progreso del país” (Armada Nacional de Colombia, 2024).

Esta visión es coherente con la literatura especializada, que destaca que las armadas modernas buscan consolidar capacidades tecnológicas avanzadas y ejercer influencia regional como elementos fundamentales de la seguridad marítima y del posicionamiento estratégico de los Estados (Till, 2018). En este contexto, la Armada Nacional se proyecta como una institución que, a través de la generación y gestión del conocimiento, promueve la evolución de sus procesos internos y contribuye a su maduración institucional, en línea con los enfoques de aprendizaje organizacional aplicados a las instituciones de defensa (Levitt & March, 1988; Snider & Watkins, 2002). De esta manera, se puede entender cómo la visión es esa mirada prospectiva que la institución tiene, y en la cual las tecnologías de vanguardia son fundamentales para cumplir con este propósito.

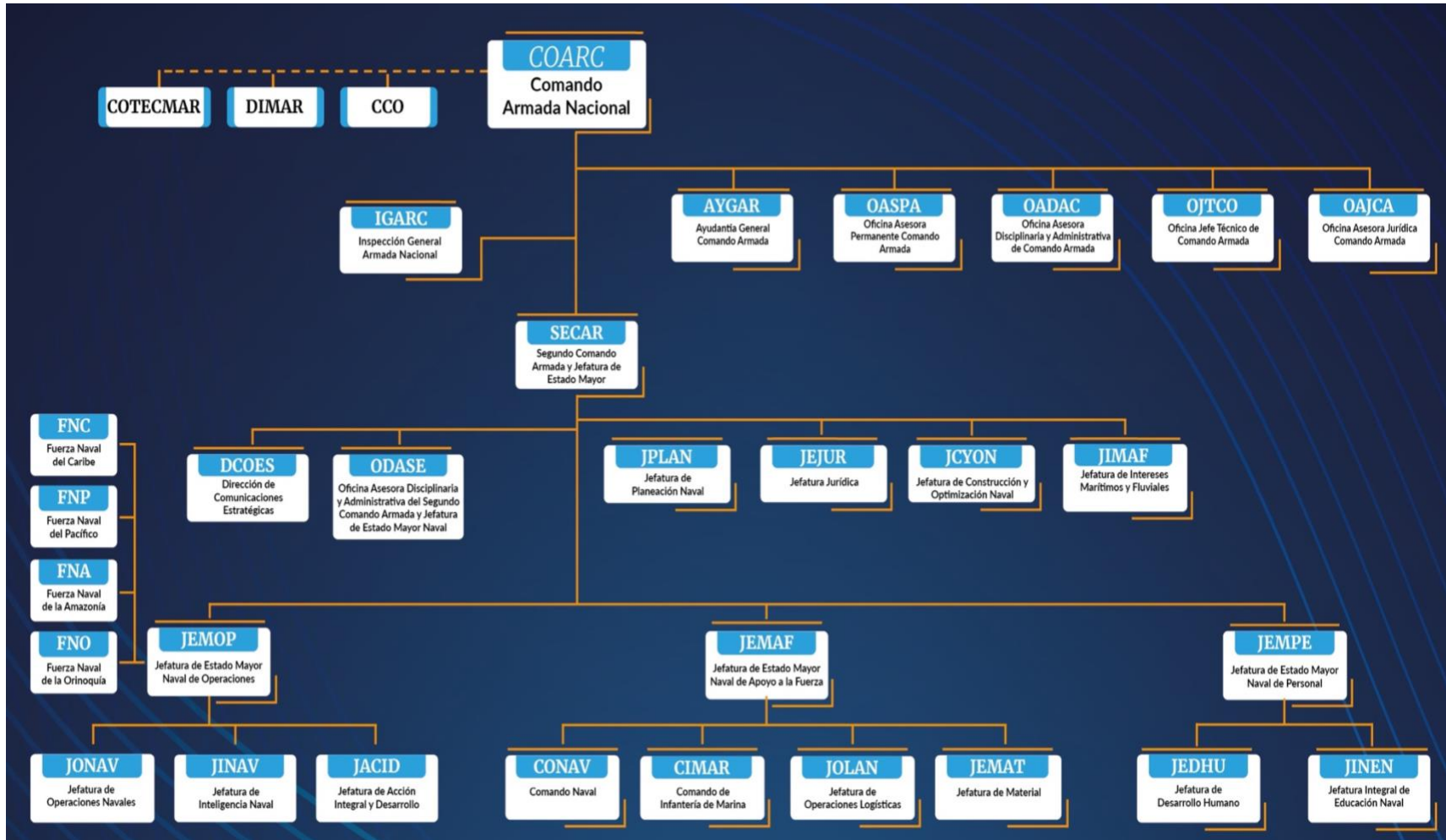
Estructura organizacional

En el año 2020, la ARC implementó cambios en su estructura organizacional como parte de un proceso de transformación institucional, orientado a responder a las variaciones en los entornos internos y externos de la organización (Armada Nacional, 2020). Esta reestructuración tuvo como objetivos principales cerrar brechas identificadas en algunos procesos y actualizar la estructura organizacional con base en las necesidades evidenciadas en el mapa de procesos, en consonancia con los enfoques de transformación organizacional y adaptación estratégica descritos en la literatura especializada (Kotter, 1996). De esta manera, se buscó asegurar que el talento humano contara con las competencias necesarias para el cumplimiento de la misión constitucional asignada, así como fortalecer el desarrollo de capacidades diferenciales, lo cual se reflejó en la definición de un nuevo organigrama institucional, como se presenta en la Figura 4.

En la parte más alta del organigrama se encuentra el Comandante de la Armada Nacional quien define la estrategia institucional y políticas y directrices que se emanan desde el Comando General de las Fuerzas Militares. Dado que uno de los factores más importantes en la organización es la proyección institucional la cual se logra mediante una planeación detallada, la ARC cuenta en su organigrama institucional con la Jefatura de Planeación Naval (JPLAN), que ocupa un nivel organizacional muy alto, debido a su importancia para la proyección estratégica institucional. Dentro de esta oficina se cuenta con una dirección de proyectos estratégicos llamada DPROE, dirección en la que está inmerso el programa PLOTEOS.

Figura 4

Organigrama



Nota. Tomado de la Dirección de Sistemas Integrados de Gestión de la Armada Nacional. 2024.

Funciones de la Armada de Colombia

La ARC, en su condición de entidad pública con un rol definido dentro del Estado, actúa conforme a los lineamientos establecidos por su responsabilidad constitucional, orientados a la protección de la población y al cumplimiento de los fines esenciales del Estado (Constitución Política de Colombia, 1991).

En este sentido, la institución ha desarrollado una estrategia sustentada en un análisis multidimensional de factores internos y externos, en consonancia con los enfoques contemporáneos de planeación estratégica aplicados a organizaciones públicas y militares (Porter, 2008). Como resultado de este proceso, se han definido cinco áreas estratégicas que concentran las líneas de acción prioritarias para la toma de decisiones y la ejecución de proyectos institucionales, las cuales se representan en el denominado pentágono naval, como se ilustra en la Figura 5 (Armada Nacional, 2024).

El soporte fundamental del Pentágono es la defensa, entendida como la capacidad de garantizar la soberanía nacional, resguardar la integridad territorial y preservar el orden constitucional. En este sentido, los submarinos constituyen uno de los activos estratégicos de defensa más relevantes para una nación marítima como Colombia, en la medida en que proporcionan capacidades críticas de disuasión, control del mar y negación del mar, fundamentales para la protección de los intereses marítimos y la seguridad nacional (Till, 2018). La literatura de estrategia naval coincide en señalar que los submarinos representan un multiplicador de poder significativo para Estados con amplios espacios marítimos y responsabilidades estratégicas en su entorno regional (Booth, 1977; Gray, 2010). Esta configuración geográfica convierte a Colombia en el único país de América del Sur con acceso a dos océanos y en uno de los 21 países del mundo que poseen esta condición (Dimar, 2019; DNP, 2020). Estos activos navales cumplen una función esencial en la defensa mediante su capacidad de disuasión.

Los submarinos de manera tangencial han contribuido al cumplimiento de los otros lados del pentágono naval. Con la participación de diferentes operaciones internacionales, ha contribuido a la proyección internacional. Han aportado a la investigación, el desarrollo y la innovación mediante operaciones de vigilancia y de soporte para la protección del patrimonio sumergido. En conclusión, si bien son armas estratégicas que se emplean para la defensa, aportan de igual forma a las responsabilidades y funciones de la ARC.

Figura 5

Pentágono Naval



Nota. Elaboración propia a partir de Armada Nacional (2024).

Análisis de la Planeación Institucional

Desde un enfoque de análisis sectorial y con base en la norma internacional ISO 9001, diseñada para guiar los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC), la Armada Nacional presenta, mediante el nomograma de la Figura 6, la interacción existente entre la población, como parte interesada que expresa necesidades y expectativas (inputs), y la institución, que debe desarrollar procesos que permitan transformar dichas entradas en acciones o resultados (outputs) orientados a su satisfacción. En este entendido, los procesos deben generar valor para la organización y estar alineados con sus objetivos, alcance y nivel de complejidad institucional (ISO, 2015).

Dentro de estos procesos, se destaca la planeación institucional, la cual debe ser rigurosa, dinámica y orientada a la obtención de herramientas que permitan responder de

manera efectiva a las problemáticas organizacionales. En este sentido, la ARC se fundamenta en el Manual de Doctrina de Planeación Estratégica Naval ARC F6-1, en el cual se enfatiza la necesidad de desarrollar procesos de planeación estructurados y metodológicamente sólidos (Armada Nacional, 2020). No obstante, debido a los cambios continuos y a la volatilidad del entorno, la ARC, de forma resiliente, ha estado mejorando su enfoque de gestión, con el propósito de fortalecer el liderazgo organizacional y, asimismo, mejorar su capacidad de respuesta frente a escenarios dinámicos como los actuales. Además, ha incorporado mecanismos para la gestión de la incertidumbre y para apoyar la toma de decisiones de carácter estratégico.

Figura 6

Normograma Armada Nacional



Nota. Elaboración propia a partir del normograma institucional.

En este orden de ideas, la ARC ha enfrentado de manera progresiva los desafíos derivados de la complejidad organizacional, característica inherente a las instituciones del sector de defensa. En este sentido, Webeck y Armeij (2023) evidencian en su estudio que la complejidad incide de manera significativa en los procesos de planificación estratégica, razón por la cual las organizaciones públicas del sector de defensa deben

adaptar sus enfoques de planificación para operar de forma efectiva en entornos inciertos y complejos. La ARC, a través del análisis de la información existente sobre complejidad organizacional, evidencia que los modelos tradicionales de gestión resultan insuficientes para enfrentar sistemas interdependientes y dinámicos (PMI, 2014; Snowden & Boone, 2007). Si bien es cierto que se han logrado avances relevantes en la gestión institucional de la complejidad, la literatura señala que persisten brechas en la articulación efectiva entre el análisis de la complejidad y la toma de decisiones estratégicas, en especial en el sector público y de defensa (Room, 2011).

Submarinos

Los submarinos empleados durante la Primera y la Segunda Guerra Mundial presentaban diseños de sus cascos más cercanos a los de un buque, y las inmersiones solo se daban de manera puntual, durante las fases de ataque, con el propósito de obtener una ventaja táctica (National Geographic Historia, s. f.). A partir del papel decisivo que desempeñaron en la Segunda Guerra Mundial y de las mejoras técnicas introducidas, numerosos Estados con vocación marítima reconocieron la necesidad de incorporar submarinos dentro de sus activos estratégicos de defensa, en atención a las capacidades diferenciales operacionales y estratégicas (Gray, 2010; Till, 2018).

La doctrina naval contemporánea reconoce que estas plataformas resultan eficaces para el cumplimiento de misiones de disuasión y defensa, así como para el control del mar en el ámbito operacional (Armada Española, 2015, p. 77). En la actualidad, los submarinos han experimentado transformaciones en su diseño, arquitectura y configuración de sistemas, lo que ha permitido construir submarinos más eficientes, sigilosos y letales. En la Figura 7 se presentan los principales tipos de submarinos.

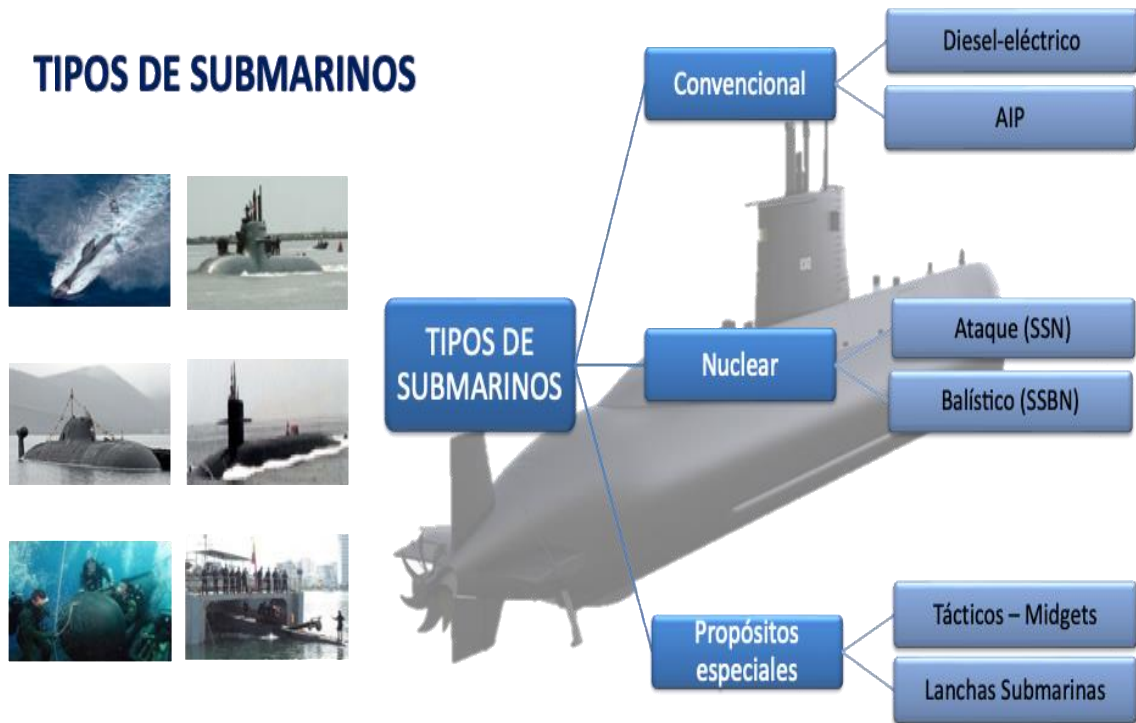
Factores especiales en los Proyectos de Submarinos

Existe una multiplicidad de factores asociados a los submarinos que resulta desconocida para amplios sectores de la población e incluso para algunos miembros de la ARC, lo cual se debe a la naturaleza especializada y compleja de este tipo de activos de defensa. La literatura especializada caracteriza a los submarinos como sistemas sociotécnicos de alta complejidad, en los que interactúan componentes tecnológicos,

humanos y organizacionales, lo que dificulta su comprensión integral incluso para el personal con formación técnica (Perrow, 1984). Esta condición contribuye a que los submarinos sean percibidos como activos complejos en los proyectos que involucran su adquisición o gestión, debido a la interacción simultánea de múltiples factores técnicos, organizacionales y estratégicos, fenómeno documentado en los estudios sobre grandes proyectos del sector de defensa (Flyvbjerg, 2014). A continuación, se presentan algunos elementos que pueden contextualizar a los lectores sobre los aspectos que contribuyen a la complejidad de estas plataformas, sin abordar aquellos de carácter operativo o relacionados con la gestión del activo.

Figura 7

Tipos de Submarinos



Nota. Elaboración propia

Financieros y Presupuestales

El costo de un submarino puede oscilar entre setecientos y mil trescientos millones de dólares (aproximadamente entre 4 y 5 billones de pesos). Estas variaciones dependen de la tecnología incorporada en el activo, así como de factores asociados al

fabricante y a la demanda existente, la cual suele verse influenciada por situaciones geopolíticas, como el conflicto entre Ucrania y Rusia o las tensiones en diversos países asiáticos.

A modo de ejemplo, se puede mencionar el caso de la Armada de Indonesia, que, según Naval News, firmó en 2019 un contrato por 1,02 mil millones de dólares con *Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME)* para la construcción de tres submarinos: dos en Corea del Sur y uno en Indonesia. Este último se encuentra en proceso de ensamblaje y se prevé que entre en servicio en 2026. Asimismo, Indonesia firmó con *Naval Group* (Francia) un contrato por 2,16 mil millones de dólares para la construcción, también en Indonesia, de dos submarinos de la clase *Scorpene*, cuyo tiempo estimado de entrega es de ocho años (Malufti, 2024). Una vez analizados estos valores, es posible establecer una comparación preliminar según la cual el costo de construir la primera línea del metro de Bogotá sería similar a la inversión requerida para llevar a cabo un proyecto de esta naturaleza.

A primera vista, el proyecto de reemplazo de submarinos tiene un costo alto. Sin embargo, equivaldría a una inversión anual de mil millones para adquirir dos unidades si se analiza la distribución del costo a lo largo de los años de ejecución del proyecto. De esta manera, se observa que la industria de submarinos es exigente en términos de complejidad técnica, grandes inversiones de capital y largos tiempos de ejecución, lo que requiere la aplicación de esquemas de financiamiento estructurado con una orientación al proyecto como mecanismo para cumplir con el requisito de defensa nacional (Liu et al., 2021). En este escenario, algunos proyectos de defensa a largo plazo y de alta inversión se financian con la modalidad de Gobierno a Gobierno (G2G), que puede abordar el menor riesgo contractual, así como la cooperación y la transferencia de conocimiento entre los estados (Hartley, 2012; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2015). El desarrollo del proyecto de submarinos en el contexto colombiano implicaría la utilización de apropiaciones futuras, lo que implica la introducción de un documento CONPES y CONFIS, en línea con el marco de prudencia fiscal establecido en la Ley 819 de 2003 (Congreso de la República de Colombia, 2003)

Políticos y Geopolítica

Como se ha expuesto a lo largo de este documento, la adquisición de material de defensa de alto costo constituye un asunto sensible para los actores políticos, en la

medida en que este tipo de decisiones puede tener efectos sobre su imagen pública. En consecuencia, las decisiones asociadas a este tipo de proyectos de defensa suelen requerir múltiples avales institucionales y consensos políticos, con el fin de evitar una posible pérdida de apoyo electoral. Desde una perspectiva crítica, Lopes (2023), plantea que la rendición de cuentas en el ámbito político puede presionar a los gobiernos a contener o incluso disminuir el gasto militar. En escenarios electorales, los tomadores de decisiones prefieren abstenerse de asignar recursos destinados a la defensa para evitar cuestionamientos ciudadanos sobre la gestión del presupuesto (Lopes, 2023; Sacchi et al., 2025). El sector de defensa es susceptible a las presiones políticas del entorno, las cuales pueden agudizarse durante épocas electorales.

Además de los factores de política interna, se observa la influencia de la geopolítica, que ejerce presiones que inciden en las decisiones que adopta un Estado, las cuales suelen estar acompañadas de tensiones o presiones sobre actores considerados antagónicos. En el caso particular de los submarinos, su clasificación como armas de guerra propiamente dichas (UK Ministry of Defence, 2017), a diferencia de los buques de superficie, que pueden desempeñar funciones multi-misión en tiempos de paz (Booth, 1977), obliga a los tomadores de decisiones a evaluar con mayor rigor la viabilidad, factibilidad y pertinencia de invertir en este tipo de capacidades. En ese sentido, la geopolítica produce impactos sobre los presupuestos de defensa, la producción de armamento y los esquemas de cooperación e intercambio de armas entre países (Blum, 2021; Till, 2018). En este contexto, las relaciones entre estados, a través de sus relaciones internacionales y sus condiciones geopolíticas, generan impactos significativos en los análisis de gastos del sector de defensa.

Entrenamiento y Capacitación

Uno de los elementos más determinantes para asegurar el éxito de un proyecto de adquisición en el ámbito de la defensa, en especial en programas de submarinos, es el talento humano. Por un lado, se requiere personal capacitado e idóneo para gestionar la fase de construcción y desarrollo del proyecto, la cual será extensa y puede llegar a cubrir hasta seis años; por otro lado, es indispensable preparar a las tripulaciones que integrarán y operarán las futuras unidades, ya que su formación, asociada al desarrollo del proyecto, es esencial para garantizar la protección y la correcta operación del activo, de modo que se obtengan los beneficios estratégicos previstos. En este sentido, diversos

estudios señalan que la generación de capacidades militares no depende de forma exclusiva del sistema adquirido, sino de la adecuada integración entre tecnología, organización y factor humano (Bland, 2013). En este contexto, se resalta que dichas tripulaciones serán las responsables de validar, mediante las pruebas de mar (Sea Acceptance Trials - SAT), el cumplimiento de las demandas técnicas establecidas dentro del contrato.

Como se señaló con anterioridad, el equipo de supervisión del proyecto no solo debe poseer conocimientos específicos sobre submarinos, sino también competencias en gerencia de proyectos, idiomas, negociación, análisis técnico y otras habilidades que permitan asegurar a los stakeholders que el proyecto cumplirá los hitos, cronogramas y estándares establecidos. Estos equipos deben desempeñarse como agentes dinamizadores y resolutores de problemas a lo largo del ciclo del proyecto. En esta línea, Kaya et al. (2003) destacan que la identificación de factores críticos en proyectos de adquisición militar, entre ellos la preparación organizacional y la capacitación de los equipos de gestión, es fundamental para el éxito.

En cuanto al personal que conformará las tripulaciones, no solo debe dominar su área de especialidad, sino también comprender de manera integral el funcionamiento del submarino. Desde el enfoque técnico, esta comprensión resulta esencial para operar plataformas caracterizadas por una fuerte interconexión técnica de sistemas y márgenes reducidos de error (Perrow, 1999). Por esta razón, cuando se incorpora un nuevo tipo de submarino, se realiza una validación de conocimientos y una capacitación profunda en los sistemas y equipos existentes en la plataforma, lo cual se incluye en el contrato de adquisición. Este entrenamiento resulta indispensable para garantizar una operación segura, eficiente y sostenible de las futuras plataformas submarinas.

Complejidad Técnica

Al abordar el tema de los submarinos, es necesario reconocer su alta especificidad técnica, derivada de la complejidad de sus sistemas, equipos y de los múltiples desafíos de ingeniería que deben resolverse durante su concepción y desarrollo. En este sentido, Pearce y Friedenthal (2013) señalan que no es recomendable esperar hasta la fase de construcción para identificar posibles deficiencias, pues realizar modificaciones una vez finalizada la plataforma implica costos elevados y puede comprometer la disponibilidad operativa de un activo estratégico para la nación.

Como fue el caso del Submarino Español de la clase S-81 Isaac Peral donde se identificó una falla crítica asociada a la flotabilidad, de acuerdo con *Naval Technology* (2013), causada por sobrepeso, la cual comprometía la capacidad del submarino para emerger. Esta situación tuvo implicaciones significativas en términos técnicos, financieros y de cronograma, ya que obligó a realizar un rediseño estructural, incorporar apoyo de ingeniería externa y suspender temporalmente los trabajos mientras se determinaba el alcance del problema. En tal sentido, se estimaron sobrecostos considerables derivados de la corrección. Como consecuencia, el submarino, cuya entrega inicial se proyectaba para 2013, siendo comisionado el 30 de noviembre de 2023, reflejando una demora aproximada de 10 años en su entrega (Janes, 2023).

En muchos casos, estos problemas no se presentan con la misma intensidad en otras clases de embarcaciones. Por ejemplo, el diseño de la distribución interna de un submarino exige un esfuerzo superior al de un buque convencional, debido a las estrictas restricciones de espacio, que obligan a integrar y ubicar la mayoría de los equipos dentro de un volumen limitado (Kim et al., 2015). Un submarino representa un reto no solo de ingeniería, sino de tareas como la logística, la electrónica, la capacitación y muchas más, por lo cual la producción se concentra en solo algunos países que han logrado soportar las tecnologías necesarias.

En este contexto, el número de empresas y astilleros a nivel mundial con capacidad efectiva para diseñar y construir submarinos convencionales es limitado; y aún más restringido es el grupo de actores que ofrecen plataformas probadas en condiciones operacionales, con experiencia verificable en construcción y transferencia tecnológica. En este conjunto se encuentran ThyssenKrupp Marine Systems (TKMS) (Alemania), Naval Group (Francia), Saab Kockums (Suecia), Hanwha Ocean y Hyundai Heavy Industries (HHI) (Corea del Sur), Navantia (España), así como Mitsubishi Heavy Industries y Kawasaki Heavy Industries (Japón) (MWB Research AG, 2025). Adicionalmente, se identifican constructores como Rubin (Rusia) y Jiangnan Shipyard (China), cuyas actividades y portafolios suelen caracterizarse por un mayor nivel de reserva y confidencialidad respecto de clientes, capacidades y programas, influenciados por consideraciones estratégicas y dinámicas geopolíticas (Saiz, 2015). En la Figura 8 se presenta la ubicación geográfica de los principales astilleros que ofertan submarinos convencionales. Estos astilleros se ubican cinco en Asia y cuatro en Europa. Sin embargo, es importante resaltar que existen astilleros especializados en propulsión nucleares, como es el caso de Estados Unidos o Inglaterra, pero que no son tenidos en

cuenta en esta representación toda vez que no ofertan submarinos convencionales.

En conclusión, un proyecto de submarinos, visto desde lo señalado por el PMI (2014) en el documento *Navigating Complexity*, constituye en sí mismo un sistema complejo, desde la dimensión asociada al comportamiento del sistema. Al considerar los factores analizados en las secciones anteriores, se evidencia la integración simultánea de las otras dimensiones, lo cual configura un caso de estudio significativo y desafiante sobre la complejidad en proyectos. Este carácter interrelacionado incrementa la incertidumbre, amplifica los riesgos emergentes y exige enfoques de gestión diferenciados, adaptativos y orientados a la resiliencia.

Figura 8

Astilleros de Submarinos Convencionales



Nota. Elaboración propia.

Marco de Referencia

Introducción al Concepto de Complejidad

En el contexto actual en el que se desarrollan los proyectos, los entornos se ven marcados por fenómenos como la globalización, la inmediatez de las comunicaciones, el avance tecnológico, el rápido crecimiento de la inteligencia artificial y las dinámicas geopolíticas. Esto ha generado que la incertidumbre aumente, generando condiciones de alta volatilidad y ambigüedad, lo que ha validado los planteamientos como los factores VUCA “volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity” (U.S. Army War College, 1992). En la gerencia de proyectos, estas cuatro palabras se les debe poner mucha atención. Por tanto, la pertinencia de poder desarrollar una evaluación de estos factores ayudará a entender de mejor manera cómo adaptarse y gestionar los proyectos, en especial en lo que respecta al nivel de complejidad. Según la Guía PMBOK 7.^a edición (2021), la complejidad es un atributo emergente en los proyectos que resulta de la interacción de múltiples elementos que hacen parte directa o indirecta del proyecto. Por tanto, el nivel de complejidad puede ser resultado de la interrelación de factores tales como la cantidad, tipo y naturaleza de los actores involucrados

Basado en la teoría de sistemas sociales de Luhmann (1977), se entenderá que los actores involucrados son parte de una sociedad, que está conformada por diferentes grupos o subsistemas, que tienen sus propios códigos o lenguajes de comunicación. Cuando dos grupos se interrelacionan, hay choque de códigos o lenguajes, lo que implica ambigüedad en lo que se expresa y se entiende, dando paso a la generación de la complejidad (Leydesdorff, s. f.). Aplicada a la gerencia de proyectos, esta teoría permite identificar al proyecto como un sistema social conformado por subsistemas tales como equipos de trabajo, clientes, proveedores y demás stakeholders. Por tanto, la interconexión y el intercambio de códigos de estos actores producen interdependencias que, sumadas a la volatilidad y ambigüedad propias del ecosistema del proyecto, dan lugar a la complejidad que caracteriza su gestión (Brockmann & Girmscherd, 2007). En conclusión, puede afirmarse que cada proyecto es diferente por naturaleza y presenta características únicas, en la medida en que los actores que interactúan cambian. Por lo tanto, las formas de comunicación e interrelación se darán con base en las dinámicas propias del momento, entorno y objetivos estratégicos que la organización defina. En tal sentido, los lineamientos y guías tradicionales pueden no funcionar ante los factores de

complejidad previamente expuestos.

Por lo tanto, cuando se habla de proyectos complejos, se determina que este tipo de proyectos no pueden ser abordados desde la gobernanza tradicional, ya que ésta será insuficiente para poder controlar los cambios emergentes y además afectará los tiempos de reacción y toma de decisiones (Baccarini, 1996). Los proyectos complejos demandan de adaptabilidad, entendida como la capacidad de reestructuración, resiliencia y rápida toma de decisiones (Snowden & Boone, 2007; Remington et al., 2009). En tal sentido, los gerentes y líderes de proyectos deben ser más rigurosos, estructurados y deben tener una alta capacidad de análisis, para poder responder de manera correcta cuando los desafíos florezcan y se haga necesario hacerse cargo de estos.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que esto no implica que el proyecto deba gestionarse de manera distinta, sino que la gestión requiere un complemento que permita hacer frente a los aspectos donde la complejidad se manifiesta, o bien fortalecer prácticas que mitiguen o faciliten una mejor aceptación de los efectos de la incertidumbre derivada de dicha complejidad (Florice et al., 2016). Esto aplica a cualquier proyecto, sin importar su tamaño, toda vez que la complejidad puede presentarse en cualquier proyecto que tenga múltiples variables que coadyuvan a la generación de riesgo e incertidumbre, tal como lo describe PMI (2014). El objetivo principal es gestionar de manera efectiva estos factores con el fin de mitigar de manera resiliente los impactos.

La complejidad hace su aparición en los proyectos como resultado de la interacción dinámica entre múltiples elementos, actores y factores. Dichas dinámicas se refieren a relaciones no lineales entre distintos grupos, que generan comportamientos difíciles de predecir y gestionar (Gerald et al., 2011). Sin embargo, existen dimensiones desde las cuales se pueden analizar dichos comportamientos. En los siguientes subcapítulos del desarrollo del marco teórico se establecerán los antecedentes teóricos del concepto de complejidad, que será el resultado del análisis de la literatura especializada y de los distintos enfoques metodológicos. Asimismo, a través de estándares y modelos de referencia en gestión de proyectos, se determinarán las bases teóricas para abordar la gestión de la complejidad, tal como lo proponen los sistemas complejos adaptativos, la gestión bajo incertidumbre y otros más (PMI, 2014; Snowden & Boone, 2007). Los resultados permitirán identificar las dimensiones que aportarán valor al modelo de complejidad aplicable al proyecto de adquisición de submarinos.

Revisión Literaria del Concepto de la Complejidad

A partir del concepto más básico de la definición de complejidad, se busca entender los elementos primarios que la componen. Para la Real Academia Española (s.f.), la complejidad se refiere a la cualidad de estar compuesto por múltiples elementos o actores que se interrelacionan. Con base en esta definición, se resalta que para que exista complejidad deben existir diferentes elementos en un sistema y estos deben interactuar, permitiendo que cada uno de estos elementos o actores introduzcan incertidumbres y ambigüedades en su relacionamiento, presionando o facilitando la reconfiguración de las condiciones del sistema, generando así dinámicas cambiantes que impactan en los resultados que se establecieron en un inicio (Stacey, 1996). Bajo las consideraciones presentadas, el primer aspecto que hay que tener en cuenta es que el concepto de complejidad no es único, sino que, al contrario, es flexible y adaptativo, ya que esta cualidad puede llegar desde diferentes aristas al sistema y, por tanto, se cuenta con diferentes entendimientos sobre la ambigüedad o incertidumbre que emerge. Además, este entendimiento será subjetivo y dependerá de factores tales como la visión, conocimiento o experiencia del área que aborda su interpretación (Baccarini, 1996).

En esta premisa, se propone la revisión de la literatura especializada con el fin de identificar puntos de convergencia que permitan generar una comprensión holística de los diferentes conceptos y su aplicabilidad que coexisten en la gestión de proyectos del sector de defensa, lo cual se desarrolla en el Apéndice A y que da origen a la Tabla 1, en la cual se presentan los elementos relevantes sobre el concepto de la complejidad; estos elementos servirán para entender cada uno de los abordajes que se presentarán en los diferentes modelos que se revisarán. El elemento está soportado por los autores que en sus definiciones vieron en ese elemento un aspecto relevante.

Tabla 1

Elementos Relevantes de los Conceptos de Complejidad

ELEMENTOS IMPORTANTES DE LOS CONCEPTOS	
DESCRIPCIÓN	SOPORTE
Percepción (subjetividad): La complejidad también depende de “quién observa”: rol, intereses, acceso a información.	Baccarini (1996); Bakhshi et al. (2016); Lafhaj et al. (2024)

<p>Novedad tecnológica: Introduce incertidumbre en actividades y en integración, la complejidad aumenta.</p>	<p>Lafhaj et al. (2024); Tatikonda y Rosenthal (2000).</p>
<p>Multi-partes: A mayor número de stakeholders o mayores interconexiones o mayor diversidad de entorno, se potencializa la complejidad.</p>	<p>Baccarini (1996); Bakhshi et al. (2016); Lafhaj et al. (2024)</p>
<p>Interdependencia: Conexión entre diferentes elementos, por tanto, cuando uno cambia, se presenta un efecto colateral.</p>	<p>Baccarini (1996); Bakhshi et al. (2016); Lafhaj et al. (2024); Mirza & Ehsan (2017).</p>
<p>Contexto (origen/entorno): El entorno político, legal y social condiciona interacciones y decisiones; por eso la complejidad es contextual.</p>	<p>Bakhshi et al. (2016); Remington et al. (2009).</p>
<p>Adaptabilidad: Respuesta necesaria ante eventos emergentes (reestructurar, aprender, decidir con rapidez)</p>	<p>Remington et al. (2009); Tatikonda y Rosenthal (2000).</p>

Nota. Elaboración propia a partir del Apéndice A.

Modelos de Complejidad en la Literatura Científica

Una vez ya determinada la definición con la cual se mirará la complejidad y sus dimensiones en el sector de defensa. Se procederá con una revisión de los modelos actuales de evaluación de la complejidad. Esto proporcionará una visión holística y un análisis de las dimensiones que permitirá identificar las fuentes adicionales de riesgo e incertidumbre que deberán abordarse durante el desarrollo del modelo propio, ya que su abordaje permitirá generar las acciones estratégicas requeridas (Baccarini, 1996; PMI, 2014; Remington et al., 2009). De esta manera, esto prepara a los líderes para abordar conflictos, ajustes y situaciones imprevistas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. En defensa, la adquisición de activos estratégicos implica impactos que trascienden dentro de la organización a niveles superiores, ya sea que se manifiesten positivamente cuando un proyecto tiene éxito o negativamente cuando fracasa (Bland, 2013; Flyvbjerg, 2014). En este sentido, el análisis de los modelos de complejidad existentes es fundamental para apoyar la construcción de un modelo propio adaptado a las particularidades de los proyectos de adquisición estratégica en el sector de defensa, por tanto, este análisis a profundidad se desarrolla en el Apéndice B, el cual fue fundamental para proponer las

dimensiones de la complejidad vista desde esta orilla.

Dimensiones de Complejidad en los Modelos de la Literatura Científica

Una vez realizada la revisión de los diferentes enfoques y modelos propuestos en la literatura científica para la evaluación de los niveles de complejidad en proyectos en el Apéndice B, se identificaron elementos de convergencia entre los distintos modelos revisados, los cuales aportaron un valor significativo para el análisis y la construcción de un modelo propio ajustado al sector de defensa, para proyectos de adquisición de capacidades estratégicas, como los submarinos. Estos elementos de convergencia se entienden en el presente trabajo como las dimensiones de la complejidad, desde las cuales se evalúa el nivel en que la complejidad impacta el proyecto (Bakhshi et al., 2016; Geraldi et al., 2011). Asimismo, la revisión de los modelos existentes contribuyó a tener un entendimiento de los factores que son inherentes a cada dimensión; algunos de estos son universales para todos los proyectos porque son parte de un proyecto en sí; otros son dependientes del entorno donde se desarrolla el proyecto.

En la Tabla 2 se presentan de manera general ocho dimensiones con su descripción. Estas son el resultado de la revisión literaria y representan aspectos fundamentales en los cuales se puede presentar complejidad. Para cada una de estas dimensiones se referencia los modelos que aportaron para ser tenidos en cuenta.

Tabla 2

Dimensiones de la Complejidad Sector de Defensa desde los modelos

DIMENSIÓN CLAVE DE COMPLEJIDAD	
DESCRIPCION	SOPORTE
Incertidumbre estratégica: Cambios geopolíticos, prioridades de defensa, decisiones gubernamentales y restricciones presupuestales.	Cynefin (2003), Stacey, DECA (2013), Rezende y Blackwell (2019)
Complejidad sociopolítica: Interacción de múltiples actores estatales, presión política, escrutinio público y enfoques distintos respecto al gasto en defensa.	Stacey (1996), DECA (2013), Rezende y Blackwell (2019)
Complejidad institucional y normativa: Marcos legales de contratación pública, control fiscal, regulación internacional y acuerdos gubernamentales.	DECA 2013), PPM, Joseph y Marnewick (2020).

DIMENSIÓN CLAVE DE COMPLEJIDAD	
DESCRIPCION	SOPORTE
Complejidad estructural: Magnitud del proyecto, duración extendida, múltiples fases, integración de sistemas y dependencia logística de largo plazo.	PPM (2000), Rezende y Blackwell (2019), Joseph y Marnewick (2020).
Interdependencias técnicas y organizacionales: Relación crítica entre proveedores extranjeros, industria nacional (Cotecmar), Armada, entidades del Estado y sistemas tecnológicos integrados.	DECA (2013), Rezende y Blackwell (2019), Joseph y Marnewick (2020).
Incertidumbre tecnológica: Dependencia de tecnologías críticas externas, obsolescencia, transferencia de conocimiento y sostenimiento del sistema.	PPM (2000), Joseph y Marnewick (2020), Rezende & Blackwell (2019)
Dinamismo del entorno: Cambios en amenazas, alianzas estratégicas, tecnología naval y condiciones del mercado internacional de defensa.	Cynefin (2003), Rezende y Blackwell (2019)
Necesidad de adaptabilidad: Limitaciones de la planificación y necesidad de enfoques diferenciales, liderazgo adaptativo y aprendizaje continuo.	Cynefin (2003), Stacey (1996), DECA (2013)

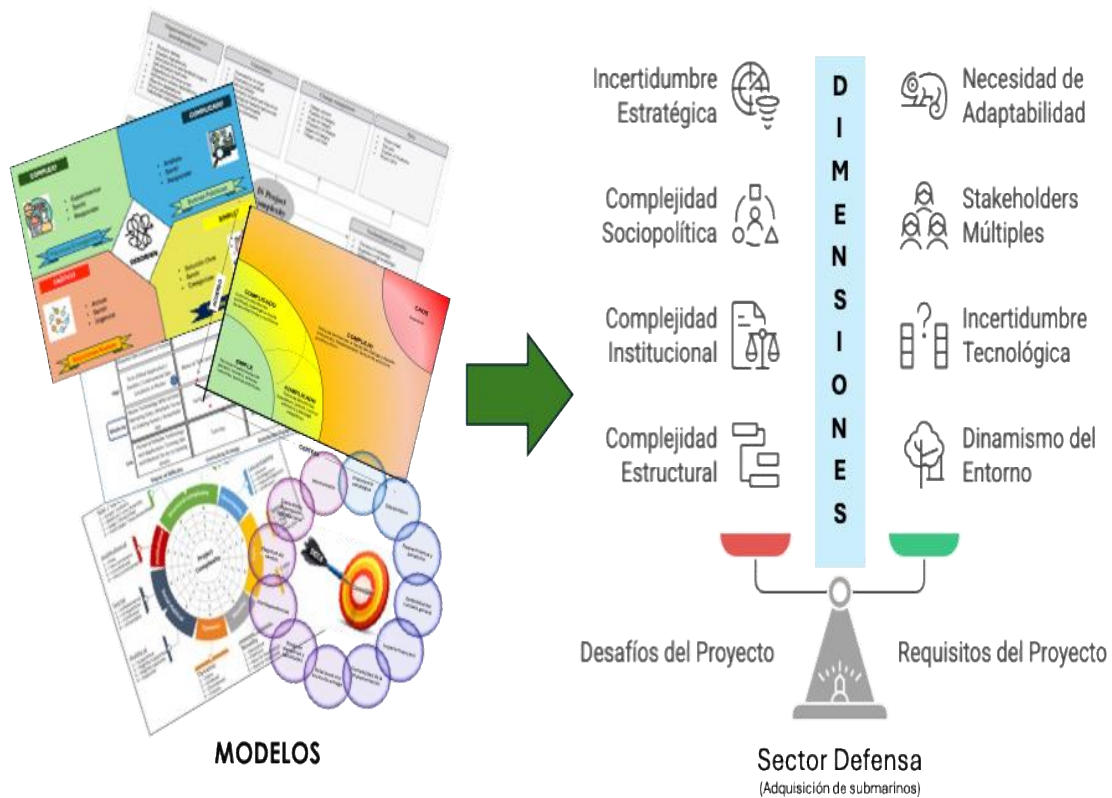
Nota. Construcción propia a partir del Apéndice B.

En la Figura 9, se presentan las ocho dimensiones propuestas desde los modelos que se revisaron en la literatura. Las dimensiones se dividen en dos grupos, el primero grupo de estos es el grupo de desafíos. Estos son en su gran mayoría independientes del proyecto. Por lo tanto, no se tiene control de estas dimensiones por parte del equipo del proyecto (Williams, 2005). El otro grupo de dimensiones son requisitos del proyecto, es decir, que hacen parte intrínseca del desarrollo del proyecto y su direccionamiento estratégico depende de la gobernanza y gestión de los líderes de la organización (Too & Weaver, 2014).

Estas dimensiones representan puntos de coincidencia conceptual entre los modelos analizados o aspectos relevantes para este trabajo. Poder identificar estas dimensiones es fundamental para la construcción del modelo propio, toda vez, que no solo se ha logrado identificar las dimensiones como tal, sino que también se ha podido entender cada uno de los factores internos que componen estas dimensiones, lo cual será crucial al momento de generar la matriz de evaluación, dando con esto una mayor profundidad del modelo a proponer.

Figura 9

Dimensiones de la Complejidad Sector de Defensa desde los modelos



Nota. Elaboración Propia

La Complejidad desde los Estándares de Gerencia de Proyectos

En el enfoque de la gerencia de proyectos moderna, es necesario que la gestión de procesos y de las metodologías a emplear sea adaptable y contextualizada, permitiendo su ajuste según el tipo, la complejidad y el entorno del proyecto (PMI, 2021; ISO, 2020). Los diferentes estándares disponibles proporcionan marcos de referencia y herramientas para gestionar, analizar y optimizar los procesos. No obstante, cada estándar aborda de manera directa o indirecta el tratamiento de la complejidad (Gerald et al., 2011). Por tanto, en el Apéndice C de este documento se examinó cómo dichos estándares abordan la complejidad y que elementos son recurrentes en las aproximaciones propuestas, esto con el fin de obtener las dimensiones que deberán ser tenidas en cuenta, para el presente trabajo de grado.

Dimensiones de Complejidad identificadas en los Estándares

Mediante el desarrollo del Apéndice C y dentro del cumplimiento del objetivo específico número uno, en el que se planteó analizar los modelos de gestión de proyectos complejos, identificando las dimensiones más relevantes para el proyecto de reemplazo de defensa, se abordaron en primera instancia los estándares PMI (2014), PMI (2021), PMI (2025), PRINCE2 (2017), APM (2019) y AIPM (2023), para determinar cuáles eran los elementos convergentes que permitieran analizar, desde la visión del sector de defensa, las dimensiones que demarcan la complejidad en un sentido estratégico, político, regulatorio y tecnológico (Gerald et al., 2011). Este análisis permitió la identificación de aspectos claves, ya sean desafíos o requisitos del proyecto, que aportarán a la construcción de la propuesta de modelo para la evaluación del nivel de complejidad, específicamente en el proyecto de adquisición de submarinos.

Una vez identificadas las dimensiones que aportarán a la construcción del modelo de evaluación de la complejidad para el sector de defensa y de entender el rol de la gestión de proyectos, puede afirmarse que un proyecto de adquisición de submarinos exige un enfoque híbrido para la gestión de la complejidad. En tal sentido, otro de los aportes del Apéndice C, consistió en identificar las herramientas y enfoques que los distintos estándares pueden ofrecer para abordar cada una de las dimensiones de la complejidad. Así, de este modo, cuando posteriormente se realice el diagnóstico del nivel de complejidad y se diseñe y estructure el correspondiente plan de intervención, se contará con un marco de referencia que permita adaptar de manera coherente y contextualizada los aportes más relevantes de cada estándar, se ven en Tabla 3.

Tabla 3

Gestión de dimensiones de complejidad a través de los estándares.

DIMENSIÓN CLAVE DE COMPLEJIDAD	
DESCRIPCION	SOPORTE
Incertidumbre estratégica: Revisión ordenada del direccionamiento estratégico y flexibilidad en la toma de decisiones.	PMI, APM, AIPM
Stakeholders múltiples: Necesidad de gobernanza clara, gestión de intereses y liderazgo a través de las relaciones y confianza.	PRINCE2, APM, AIPM
Complejidad sociopolítica: Estrategias de comunicación, legitimación y gestión política del proyecto.	PMI, APM
Restricciones normativas y fiscales: Enfoques formales de control combinados con capacidad de adaptación para preservar viabilidad.	PRINCE2, APM

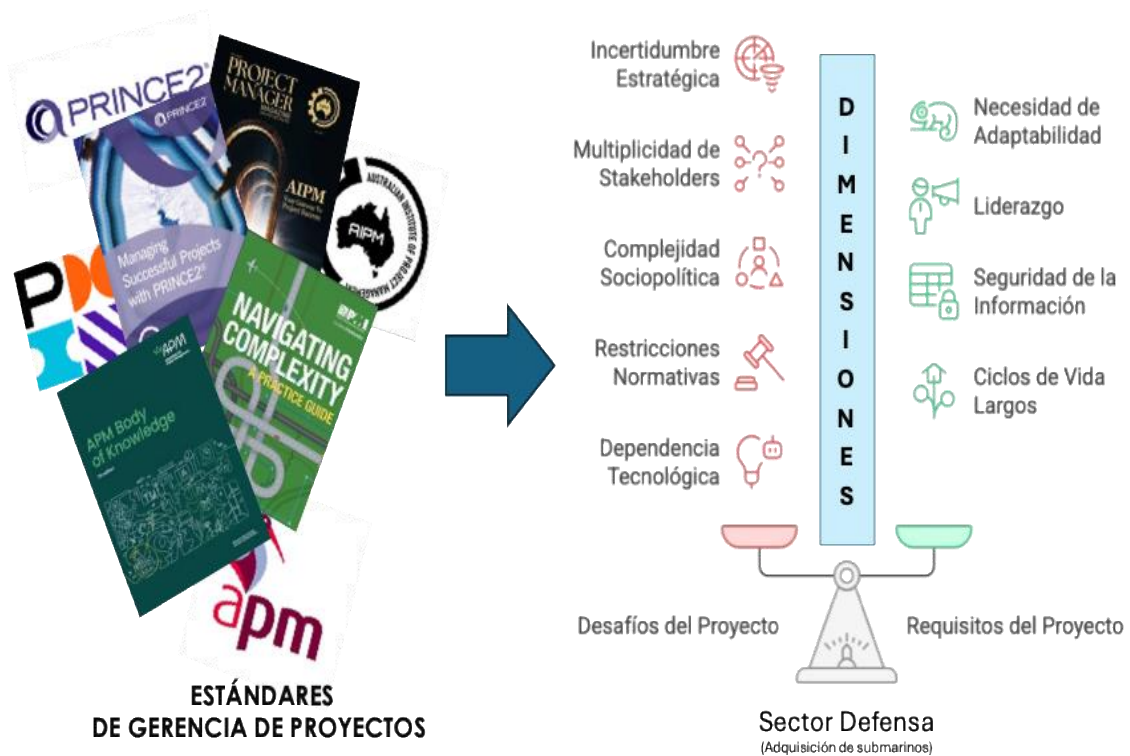
DIMENSIÓN CLAVE DE COMPLEJIDAD	
DESCRIPCION	SOPORTE
Dependencia tecnológica externa: Desarrollo de capacidades internas, gestión del conocimiento y mitigación de dependencia.	PMI, APM, AIPM
Ciclo de vida prolongado: Enfoques iterativos, revisión continua de beneficios y gestión de continuidad estratégica.	PMI, APM
Seguridad de la información: Impacto en coordinación, transparencia y toma de decisiones; requiere controles especializados.	PRINCE2, APM
Necesidad de adaptabilidad y Liderazgo: Liderazgo adaptativo, pensamiento sistémico y aprendizaje organizacional continuo.	PMI, APM, AIPM

Nota. Construcción propia a partir del Apéndice C.

En la Figura 10 se presentan en forma esquemática las dimensiones propuestas; dichas dimensiones representan aquellos desafíos o requisitos del proyecto que generan retos significativos para el desarrollo del proyecto a través del ciclo de vida y que deben ser atendidos por los líderes de la gestión.

Figura 10

Dimensiones de Complejidad Sector de Defensa Desde los Estándares



Nota. Creación propia

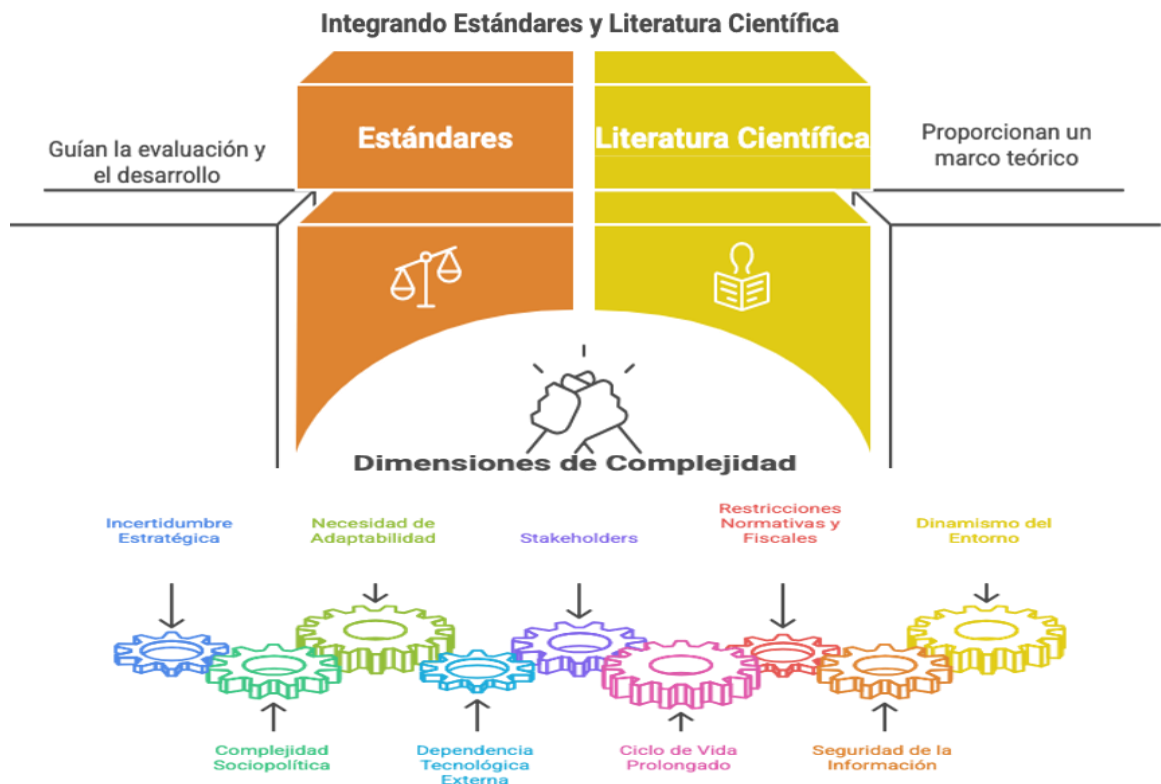
Dimensiones del Modelo de Evaluación de la Complejidad Propuesto

Con base en los tres ejes temáticos principales desarrollados en el marco teórico, se formulará una propuesta de modelo de complejidad orientada a su evaluación en un proyecto del sector de defensa, el cual, en este caso, corresponde a la adquisición de activos de alto valor estratégico. En consecuencia, se retoman las dimensiones de complejidad identificadas en los distintos estándares, las cuales sirven de guía tanto para la aproximación a su evaluación y desarrollo como para el análisis de los modelos existentes en la literatura científica, que proporcionan el sustento teórico del estudio (Bakhshi et al., 2016; Rezende & Kimura, 2022).

En una etapa inicial, este enfoque permite realizar una comparación ordenada con el fin de identificar cuáles dimensiones aportan un valor real al modelo propuesto. La Figura 11 presenta el proceso metodológico seguido para la identificación de las éstas aplicables al proyecto de adquisición de submarinos en el sector de defensa.

Figura 11

Identificación de las Dimensiones de Complejidad Aplicables



Nota. Elaboración propia

Esta aproximación permitió construir una propuesta de dimensiones robustas, teóricas y fundamentadas, a partir de ambos enfoques presentados y contextualizadas con la naturaleza y el entorno estratégico del proyecto (Williams, 2005; Rezende et al., 2022). Las dimensiones que se han establecido para el modelo se explicarán en detalle durante el desarrollo del capítulo de diseño metodológico.

Diseño Metodológico

Enfoque y Fases de la Investigación

Este trabajo de grado se desarrolla con un enfoque mixto, que busca comprender la dinámica de la complejidad en el sector de la defensa, de modo que se puedan interpretar y explorar a fondo las acciones que inciden en los proyectos estratégicos de este sector. La ruta, en su enfoque cuantitativo, se da mediante los datos numéricos y estadísticos que se obtendrán del MCSD-AS; Por su parte, la forma cualitativa se da mediante una visión de método etnográfico que se da por parte de la experiencia del autor del trabajo y un amplio grupo de los expertos consultados que hacen parte de la ARC y tienen más de 20 años de experiencia y que apoya el propósito identificar las principales propiedades, describir las características y establecer las causas del fenómeno de la complejidad en los proyectos del sector de defensa, dentro del contexto específico de la adquisición de submarinos, así como su propósito (Hernández & Mendoza, 2023).

La propuesta de analizar la complejidad en el sector de defensa a través de la caracterización de su impacto en las dimensiones se estima que es conveniente, toda vez que busca una descripción e identificación de los aspectos sociopolíticos, organizacionales, tecnológicos, normativos y adaptativos (Bland, 2013; Rezende et al., 2022) que se hacen presentes a lo largo de un proyecto del sector público. Sus afectaciones no pueden ser comprendidas a través de una revisión de variables cuantificables, sino que adicionalmente se debe desarrollar una interpretación y un análisis a partir de las vivencias de los expertos (Gerald et al., 2011). Además, la propuesta permitirá, a través del “Modelo de complejidad sector de defensa - Adquisición de submarinos” (MCSD-AS), generar una visión más holística de los factores internos de las dimensiones de la complejidad que plantean desafíos para el equipo de gestión. Con base en lo expuesto anteriormente, se presenta la ficha técnica del modelo en la Tabla 4.

Tabla 4

Ficha Técnica Modelo MCSD-AS

FICHA TECNICA	
Nombre instrumento	Matriz de Evaluación del Modelo de Complejidad del Sector Defensa aplicado a la Adquisición de Submarinos (MCSD-AS).

Tipo instrumento	Instrumento diagnóstico estructurado, de carácter mixto, basado en juicio de expertos.
Objetivo instrumento	Valorar el nivel de complejidad del proyecto de reemplazo de la capacidad submarina, a partir de las dimensiones y factores estratégicos, organizacionales, institucionales, técnicos y adaptativos.
Escala medición	Escala ordinal de cuatro niveles: baja, media, alta y crítica.
Número Niveles	Tres Niveles (<i>Estratégica y Contextual-Organizacional e institucional - Técnica y Adaptativa</i>)
Número dimensiones	Nueve dimensiones de complejidad.
Número factores	Veintiséis factores de complejidad
Forma de aplicación	Aplicación individual, mediante archivo Excel que presenta formulario estructurado con la escala de medición.
Población objetivo	Personal experto en operación submarina, proyectos del sector defensa y nivel estratégico institucional.
Tiempo estimado aplicación	Entre 20 y 30 minutos, dependiendo del nivel de conocimiento y experticia con los diferentes factores evaluados.
Procesamiento de resultados	Ponderación de factores por dimensión, cálculo del nivel de complejidad mediante radar de resultado y análisis comparativo por grupos de expertos mediante tendencia.
Validación	Validación teórica o conceptual: Dado que el modelo nace de con referentes conceptuales como PMI, PRINCE2, APM, AIPM, DECA, Stacey, Cynefin, PPM y Rezende & Blackwell. Validación por consenso de expertos: Mediante el análisis de porcentaje de consenso o nivel de acuerdo por factor.
Producto esperado	Evaluación del nivel de complejidad por factor y dimensión, así como, tendencia del grupo de expertos, como insumo para el plan de intervención.

Nota: Elaboración propia.

El presente trabajo de grado para el cumplimiento de sus objetivos específicos propuestos contempla cuatro fases metodológicas, así:

1. Revisión conceptual y estructuración del modelo: mediante la revisión de la literatura, estándares y modelos sobre el concepto y el abordaje de la complejidad desde la visión de la gerencia de proyectos. Se desarrolló un análisis que fue la base para la estructuración de un modelo conformado por nueve dimensiones agrupadas en tres niveles de complejidad: estratégico y contextual, organizacional e institucional, y técnico y adaptativo. Dando como resultado el Modelo de Complejidad del Sector de Defensa aplicado a la

Adquisición de Submarinos (MCSD-AS). Esta primera fase permite el cumplimiento del primer objetivo específico propuesto.

2. Diagnóstico de la complejidad del proyecto: Éste se dará a través de la aplicación del instrumento de diagnóstico modelo “MCSD-AS”, el cual se desarrollará a una muestra de tres grupos de expertos, que desde diferentes perspectivas evaluarán los 26 factores del modelo. Cada factor será calificado de manera cuantitativa y se determinará una tendencia para establecer el nivel de complejidad de cada dimensión, con el fin de poder generar gráficas de tendencia y promedios.
3. Análisis de resultados: Este análisis se dará mediante la interpretación de los datos obtenidos una vez se aplique el modelo a los expertos seleccionados. Este análisis deberá buscar las tendencias que marquen los factores críticos y determinantes en las dimensiones, y establecer su complejidad asociada, así como su relación con los otros factores de la dimensión. De ésta manera, se logra determinar tendencias y brechas que dan paso a las posibles rutas de intervención. Mediante la consecución de las fases 2 y 3, se da cumplimiento al objetivo número dos.
4. Propuesta de plan de mejora: Basado en los resultados obtenidos en el punto anterior, que determinan el diagnóstico de complejidad, se desarrollará un plan de mejora para la intervención empresarial en aquellas dimensiones que presenten niveles de complejidad crítica y alta. Mediante el uso de la información contenida en las Tablas 2 y 3, se podrán generar aportes desde los estándares y desde los modelos de complejidad a la identificación de rutas y lineamientos para la adaptabilidad a la complejidad y su manejo. De esta manera, se fortalece la gestión de proyectos del sector de defensa frente a escenarios de complejidad, a través de la gobernanza resiliente, el liderazgo adaptativo y la toma de decisiones debatidas. De este modo se dará cumplimiento al objetivo número 3.

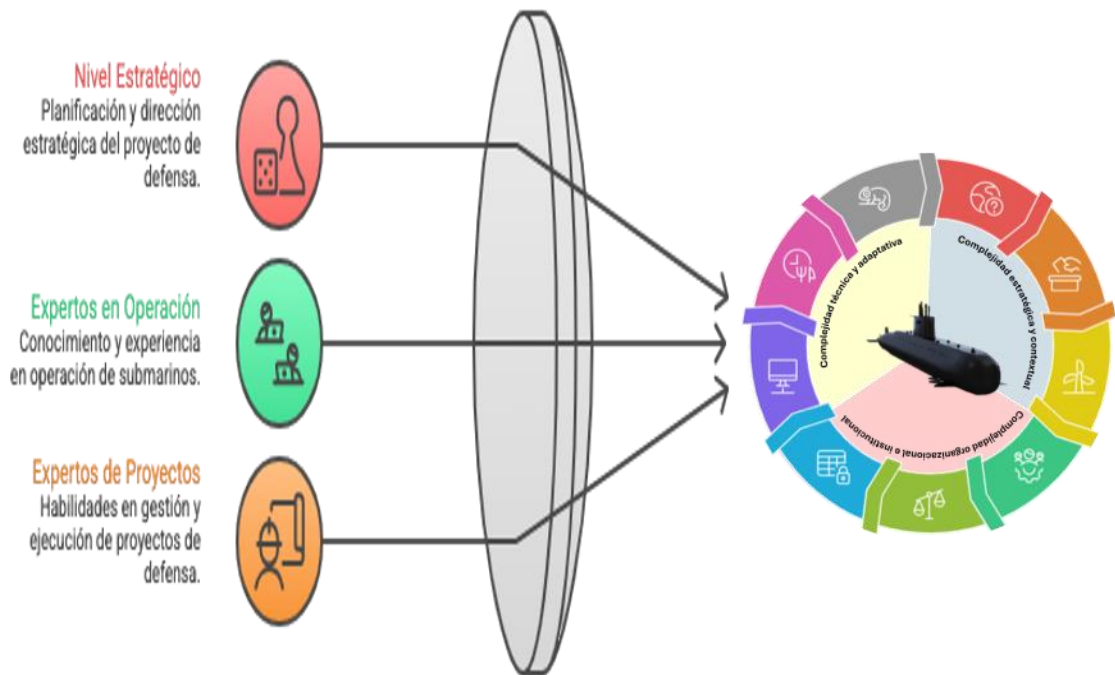
Población y Muestra

La población objeto de estudio está conformada por personal experto en los campos técnicos, planificación institucional y actores clave vinculados a proyectos estratégicos del sector de defensa, específicamente al proyecto de adquisición de los

submarinos. La Figura 12 representa los tres grupos identificados. Dado el carácter cuantitativo del estudio, se emplea un muestreo no probabilístico por criterio, debido al carácter reservado que tienen este tipo de proyectos de material estratégico, seleccionando personal con experiencia directa y conocimientos especializados en submarinos.

Figura 12

Aplicación del Modelo MCSD-AS



Nota. Elaboración propia

Estructura del Modelo

El Modelo de Complejidad Sector de Defensa aplicado a la Adquisición de Submarinos (MCSD - AS) se compone de nueve dimensiones claves que deben ser analizadas para determinar los puntos donde la complejidad. Estas dimensiones que son desafíos o requisitos de los proyectos fueron identificadas a partir de los resultados explicados en el marco conceptual. En la Figura 13 se muestra de manera gráfica cómo estas dimensiones se agrupan en tres niveles de complejidad, como son nivel de complejidad estratégica y contextual, nivel de complejidad organizacional e institucional y

nivel de complejidad técnica y adaptativa.

Figura 13

Modelo de Complejidad Propuesto



Nota. Elaboración propia.

La aplicación del modelo MCS-D-AS se realiza a través de un archivo de Excel que consta de cuatro hojas. La primera realiza una descripción general del modelo; la segunda presenta la matriz de evaluación que presenta nueve dimensiones con un total de veintiséis factores de complejidad para evaluación. Cada factor será evaluado según

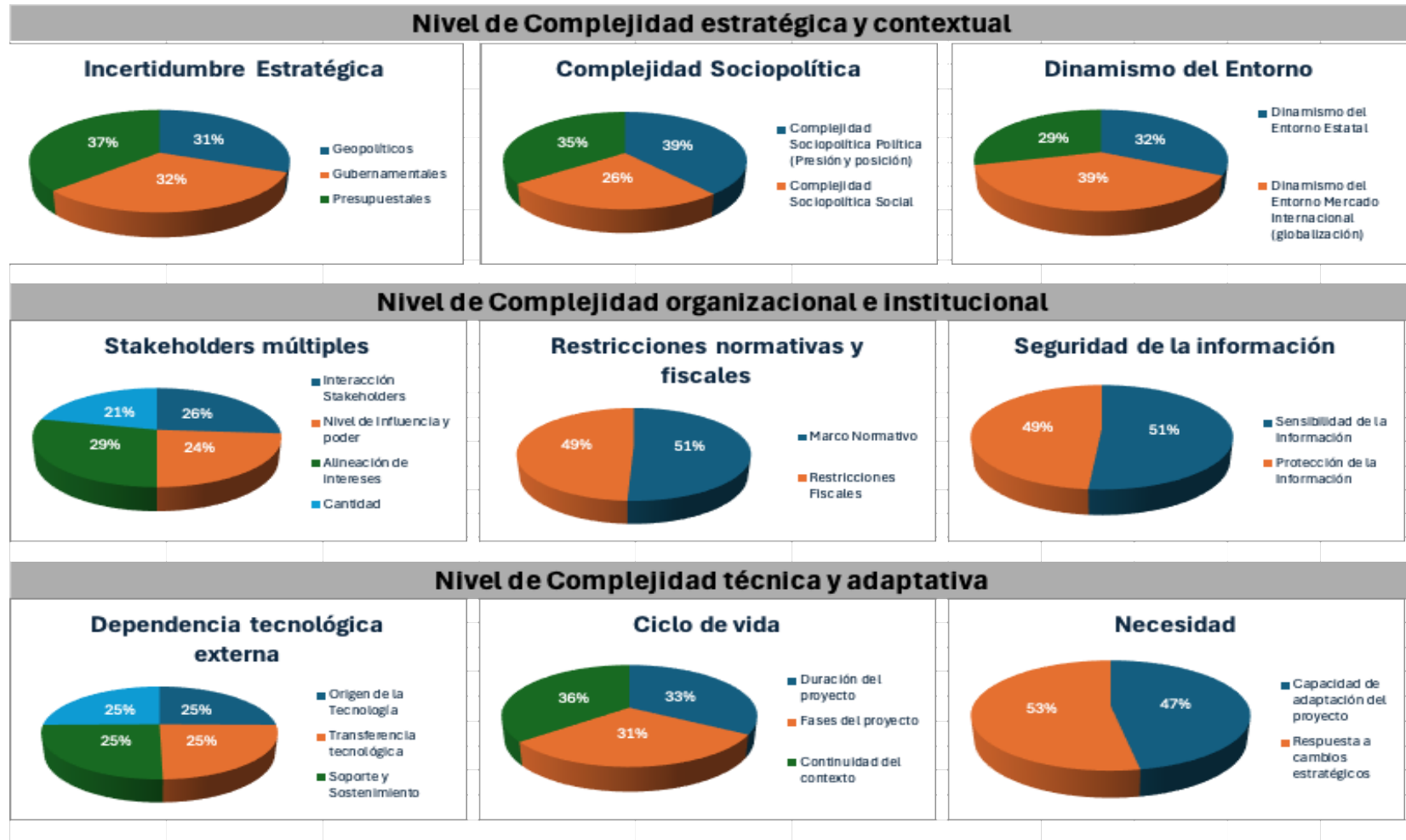
su aporte al nivel de complejidad de acuerdo con la percepción del experto que evalúa. Con el fin de mantener la coherencia académica, el modelo propuesto utiliza una escala de cuatro niveles, como son baja, media, alta y crítica, al igual que la matriz de Stacey (1996), el modelo de Rezende y Blackwell (2019) y la Project Profile Matrix (Josey & England, 2009). Asimismo, cada factor presenta un peso específico dentro de su respectiva dimensión, de tal manera, que una vez evaluado cada uno de los factores presentes en la dimensión, se obtiene un valor general de complejidad aportado por la dimensión.

La asignación de estos pesos obedece al resultado de una evaluación cuantitativa aplicada a una muestra de expertos en proyectos del sector de defensa, tanto militares como personal no uniformado, dentro de los que se cuenta con distintos niveles de participación en proyectos, incluyendo personal en roles con participación directa en la ejecución, personal en responsabilidad en la toma de decisiones estratégicas y personal en funciones asociadas a la dirección de programas. La muestra estuvo conformada por profesionales con experiencia comprobada en proyectos del sector de defensa, de los cuales el 62 % pertenece a la ARC y el 38 % restante corresponde a expertos vinculados a empresas relacionadas con el sector de defensa, lo cual permitió incorporar tanto la perspectiva institucional como la del sector industrial en la definición de los pesos relativos de los factores analizados. En la figura 14, se presenta la distribución de los pesos obtenidos por cada factor que compone cada una de las dimensiones del Modelo de Complejidad Sector de Defensa aplicado a la Adquisición de Submarinos (MCSD-AS).

El diagnóstico de la complejidad en cada una de las dimensiones depende de cada factor que hace parte de la dimensión. La evaluación de factores se analiza por su influencia e incertidumbre ejercidas. Con base en esto, se cuantifica el valor aportado y se pondera mediante los pesos asignados, para que luego, de acuerdo al concepto de intervalos interpretativos, se obtenga su nivel de complejidad (Johnson & Wichern, 2018). Como se dijo con antelación, todo el proceso de ponderación de pesos y evaluación de la matriz depende de la percepción, experiencia y conocimientos de los expertos sobre la influencia de cada factor en la generación de complejidad. De este modo, al final del diagnóstico, se tendrá una visión holística desde diferentes roles y así se creará un plan de mejoramiento más homogéneo, permitiendo llegar a individualizar los factores que puedan generar afectaciones que requieren mayor atención por parte de la gerencia de proyectos (PMI, 2014). A continuación, se presenta cada nivel, con sus respectivas dimensiones y sus factores con el peso asignado.

Figura 14

Medición de Pesos de Factores por Dimensiones



Nota. Elaboración propia partir de los resultados de la encuesta.

Nivel de Complejidad Estratégica y Contextual

El nivel de complejidad estratégica y contextual agrupa tres dimensiones que influyen en el direccionamiento estratégico del proyecto y que, en gran medida, se encuentran fuera del control directo del equipo de gestión, lo cual es una característica común de los proyectos estratégicos del sector de defensa (Flyvbjerg, 2014). Las dimensiones se describen en detalle en el apéndice D.

En conjunto, este nivel permite comprender cómo el proyecto de adquisición de submarinos está expuesto a cambios en el entorno fiscal, político, social y de seguridad, que pueden generar ajustes, retrasos, controversias o reconfiguraciones estratégicas, poniendo a prueba la capacidad institucional de anticipación y adaptación. En la Tabla 5 se presenta el detalle de cada una de las dimensiones.

Nivel de Complejidad organizacional e institucional

Este nivel reúne tres dimensiones relacionadas con la estructura organizacional e institucional, la gobernanza y las restricciones inherentes a los proyectos que delimitan su ejecución y gestión. De igual manera, se evalúan las interacciones y los grados de impacto que se presentan por los límites de flexibilidad existentes en el proyecto, así como los equilibrios de poder y los mecanismos de pesos y contrapesos en la toma de decisiones (Too & Weaver, 2014; Turner, 2014). En otras palabras, se mira de manera holística la fortaleza del sistema de gobernanza, junto con la capacidad de coordinación interinstitucional y control, características propias de los proyectos estratégicos del sector de defensa. Dentro del nivel, se destaca una dimensión que en el ámbito del sector de defensa, es fundamental y se trata de la gestión y la protección de la información, un elemento de alta sensibilidad estratégica en los proyectos (Saiz, 2015).

En este sentido, las tres dimensiones que se identificaron centran la complejidad organizacional e institucional y que deben ser evaluadas son: stakeholders, restricciones fiscales y seguridad de la información, ya que estas permiten analizar de manera estructurada el impacto de las interacciones, las restricciones monetarias y la protección de la información.

En la Tabla 5 se presenta el detalle de cada una de las dimensiones que componen el nivel de complejidad organizacional e institucional, junto con sus respectivos factores.

Nivel de Complejidad técnica y adaptativa


Este nivel integra los factores asociados tanto al contenido técnico del proyecto como a la capacidad de la organización para responder al cambio, articulando las dimensiones de dependencia tecnológica externa, ciclo de vida del proyecto y necesidad de adaptabilidad. Por un lado, se analiza el impacto de la innovación, la transferencia tecnológica y el nivel de conocimiento y entendimiento de las capacidades tecnológicas existentes. Este análisis resulta relevante en el caso de estudio, dado el alto grado de sofisticación tecnológica de los submarinos, la dependencia de proveedores extranjeros y los extensos horizontes temporales del proyecto, elementos que incrementan significativamente el nivel de complejidad técnica.

Por otro lado, considerando los actuales contextos de volatilidad, desarrollos tecnológicos emergentes y acelerados procesos de cambio, se evalúa el grado de exigencia adaptativa requerido, tanto a nivel organizacional como de liderazgo. Esta evaluación permite identificar la capacidad del proyecto y de la organización para anticipar, absorber y responder de manera efectiva a los retos emergentes, consolidando así un enfoque integral para el análisis de la complejidad técnica y adaptativa en proyectos del sector de defensa.



En la Tabla 5 se presenta el detalle de cada una de las dimensiones que componen los niveles de complejidad técnica y adaptativa, junto con sus respectivos factores.




Tabla 5



Modelo MCSD-AS

Nivel de Complejidad Estratégica y Contextual					
Dimensión	Factor	Baja	Media	Alta	Crítica
Incertidumbre Estratégica 	Geopolítica	Entorno regional estable (relaciones diplomáticas sólidas y predecibles). Ausencia de sanciones. Estabilidad política (Políticas de defensa).	Tensiones diplomáticas puntuales y reajustes menores en alianzas estratégicas. Riesgo moderado ante cambios en el entorno global y debates políticos internos sobre el gasto en seguridad que afecten la inversión en defensa.	Conflictos regionales que conduzcan a riesgos de restricciones o sanciones por terceros Estados, dependencia crítica de un proveedor extranjero y cambios de gobierno con revisión de políticas de defensa	Conflicto armado globales que pueda generar la ruptura de relaciones diplomáticas con país con relación al proyecto, la aplicación de sanciones internacionales vigentes y/o la cancelación de licencias de exportación
	Decisiones Gubernamentales	Política de defensa estable y de largo plazo Proyecto alineado con documentos de planeación estratégica	Ajustes moderados en prioridades gubernamentales o a la planeación estratégica institucional.	Cambios frecuentes en directrices de defensa o a la planeación estratégica institucional.	Cambio abrupto de política de defensa. Decisiones políticas que cuestionen la continuidad del proyecto. Retiro o congelamiento del respaldo institucional.
	Presupuestales	El flujo de recursos es acorde a lo planeado y no se presenta desfinanciamientos por fluctuación de TRM	El flujo de recursos es acorde a lo planeado, sin embargo, se presenta desfinanciamientos por fluctuación de TRM.	El flujo de recursos presenta intermitencias considerables, se presenta desfinanciamientos considerables por fluctuación de TRM.	Se suspenden los aportes de presupuesto.

Dimensión	Factor	Baja	Media	Alta	Crítica
<p>Complejidad sociopolítica</p> 	<p>Política (Presión y posición)</p>	<p>Existe alineación clara y estable entre el proyecto y la política de defensa del gobierno. La intervención política es mínima y se limita a funciones de control y supervisión institucional.</p>	<p>El proyecto mantiene respaldo gubernamental, aunque sujeto a ajustes o revisiones periódicas. Se presenta control y supervisión política periódica, sin interferencia directa en decisiones técnicas.</p>	<p>El respaldo político es condicionado o fragmentado entre actores relevantes. Existe control e intervención frecuente en decisiones estratégicas del proyecto.</p>	<p>El proyecto es cuestionado abiertamente o pierde apoyo del gobierno o del legislativo. La presión política directa compromete la continuidad, suspensión o cancelación del proyecto.</p>
	<p>Social</p>	<p>El proyecto cuenta con aceptación social general o bajo nivel de visibilidad pública. No genera efectos directos sobre comunidades, empleo o territorios sensibles.</p>	<p>Existen cuestionamientos puntuales o debate social alrededor del gasto en defensa. Impactos sociales indirectos o localizados, gestionables mediante comunicación institucional.</p>	<p>El proyecto genera controversia social y atención pública significativa. Afecta directamente a comunidades, sectores económicos o territorios específicos.</p>	<p>Alto rechazo social, protestas o pérdida de legitimidad pública. Conflictos sociales que amenazan la continuidad o ejecución del proyecto.</p>
	<p>Electoral</p>	<p>Proyecto se desarrolla fuera de ciclos electorales. Existe consenso respecto a la necesidad del proyecto.</p>	<p>Proyecto coincide parcialmente con periodos preelectorales, presentando visibilidad mediática moderada, pero no polarización.</p>	<p>Ciclo electoral activo y es objeto de debate público y mediático, generando polarización.</p>	<p>El proyecto se convierte en un tema central de campaña electoral.</p>

Dimensión	Factor	Baja	Media	Alta	Crítica
Dinamismo del Entorno 	Estatal	Entorno estable, cambios predecibles.	Cambios ocasionales en directrices y procesos.	Cambios frecuentes en directrices y procesos.	Entorno volátil e impredecible que redefine continuamente directrices y procesos.
	Mercado Internacional (globalización)	Entorno estable, cambios predecibles.	Cambios ocasionales en dinámicas económicas de bienes y suministros.	Cambios frecuentes en dinámicas económicas de bienes y suministros.	Entorno volátil e impredecible que redefine continuamente.
	Legislativo	Entorno estable, cambios predecibles.	Cambios ocasionales en amenazas o tecnología.	Cambios frecuentes en entorno estratégico y tecnológico.	Entorno volátil e impredecible que redefine continuamente el proyecto.
Nivel de Complejidad Organizacional e Institucional.					
Dimensión	Factor	Baja	Media	Alta	Crítica
Stakeholders 	Interacción Stakeholders	Actores institucionales Roles y nivel de interacción claros	Actores Institucionales y multisectorial Roles y nivel de interacción claros	Actores nacionales e Internacionales con intereses diversos. Roles y nivel de interacción con brechas.	Actores nacionales e internacionales con intereses contrapuestos. Roles y nivel de interacción sin definir.
	Nivel de Influencia y poder	Influencia limitada y jerarquía, acordada y límites establecidos	Influencia distribuida bajo la premisa de coordinación.	Concentración de poder por algunos actores, probabilidad de conflictos.	Centros de poder con capacidad de bloquear decisiones. Conflictos recurrentes entre actores.
	Alineación de intereses	Objetivos comunes y consenso estratégico	Diferencias pero con capacidad de acuerdo bajo negociación	Intereses divergentes que generan fricciones y reducción de acuerdos	Intereses opuestos que comprometen la gobernanza del proyecto
	Cantidad		< 4	4 a 5	6 a 8

Dimensión	Factor	Baja	Media	Alta	Crítica
Restricciones Normativas y Fiscales 	Marco Normativo	Normativa estable y claramente aplicable	Ajustes normativos previsibles	Cambios normativos frecuentes o restrictivos	Restricciones legales que afectan la viabilidad del proyecto
	Restricciones Fiscales	Presupuesto asegurado y anual	Presupuesto sujeto a revisiones y vigencias futuras	Alta incertidumbre presupuestal (varios periodos fiscales) y/o financiación menor al 50%.	Incertidumbre financiera y/o financiación mayor 50%
Seguridad de la Información 	Sensibilidad de la Información	Información no sensible, abierta al público.	Información sensible con controles estándar	Información estratégica cuya gestión condiciona la coordinación y la toma de decisiones.	Cualquier filtración compromete la seguridad nacional
	Protección de la Información	Publica Reservada	Clasificada	Secreta	Ultrasecreta
Nivel de Complejidad Técnica y Adaptativa					
Dimensión	Factor	Baja	Media	Alta	Crítica
Dependencia tecnológica externa 	Origen de la Tecnología	Tecnología nacional o totalmente dominada	Tecnología extranjera con conocimiento y manejo amplio a nivel local.	Tecnología extranjera con acceso restringido, pero conocida.	Tecnología controlada por un solo proveedor extranjero o Estado
	Transferencia tecnológica	Transferencia completa y documentada	Transferencia parcial con soporte externo	Transferencia limitada a operación y mantenimiento a nivel básico.	Sin transferencia; dependencia total del proveedor
	Soporte y Sostenimiento	Soporte local disponible	Soporte mixto (local-externo)	Soporte principalmente externo	Soporte exclusivo del proveedor extranjero
	Tecnología (conocida o nueva)	La tecnología por el usuario final o conocida en el mercado.	La tecnología es relativamente nueva para el usuario final o conocida en el mercado. no prototipo	La tecnología es no conocida, pero si existente.	Nuevo desarrollo

Dimensión	Factor	Baja	Media	Alta	Crítica
Ciclo de Vida 	Duración del proyecto	Menor a 6 meses	Entre 7 a 18 meses	Entre 18 a 36 meses	Mayor a 36 meses
	Fases del proyecto	Proyecto con fases simples y bien definidas, ciclo ágil.	Proyecto con Múltiples fases, ciclo incremental.	Proyecto con fases superpuestas, puede ser o incremental o predictivo.	Proyecto con fases no lineales, ciclo predictivo o cascada
	Continuidad del contexto	Contexto estable durante todo el ciclo	Cambios moderados entre fases	Cambios significativos entre fases	Cambios estructurales que redefinen el proyecto
Necesidad de Adaptabilidad 	Capacidad de adaptación del proyecto	Cambios mínimos, fácilmente gestionables	Ajustes moderados en alcance o diseño	Cambios frecuentes que exigen replanificación	Cambios que alteran el modelo del proyecto
	Respuesta a cambios estratégicos	Cambios externos sin impacto relevante	Impacto moderado en cronograma o costo	Impacto alto en gobernanza y planificación	Cambios comprometen la viabilidad del proyecto

Nota. Elaboración propia.

Diagnóstico Organizacional

Procesamiento de Datos

Esta etapa se realizó mediante la aplicación del modelo MCSD-AS, que se dio mediante la evaluación desde tres visiones diferentes. El primer grupo es el de nivel estratégico en el cual se consultó a 6 personas que representan al personal que ostenta una posición institucional en la toma de decisiones y en la conducción de los proyectos a nivel institucional. Este personal tiene una mirada más holística de la institución. El segundo grupo se refiere a los expertos en operación, donde se consultó a 11 personas, que son aquellos tripulantes que conforman las unidades submarinas y tienen bajo su responsabilidad el segundo comando o jefe de departamento y cuentan con experiencia en proyectos sensibles de mantenimiento. Dicho personal cuenta con experiencia mayor de 10 años en interacción con empresas y astilleros que proveen servicios a los submarinos. Por último, está el personal experto en proyectos del sector de defensa, donde se consultó a 6 personas. Este grupo presenta una mirada desde la industria que provee servicios y equipos; por tanto, tienen una visión complementaria sobre las perspectivas del mercado y los avances técnicos, la interrelación cliente-empresa y el conocimiento del entorno externo.

El personal anteriormente mencionado, evaluó las nueve dimensiones de complejidad y sus veintiséis factores a través del modelo propuesto, permitiendo determinar factores y dimensiones que presentan amenazas por la complejidad, así como aquellas que son fuertes y se tiene control de estas. Con base en los resultados obtenidos, se presenta el siguiente diagnóstico, que busca, en primer lugar, mostrar el nivel de complejidad de las diferentes dimensiones y entender cuáles son los aspectos relevantes y de preocupación de los diferentes expertos consultados. Los resultados obtenidos son el promedio de las calificaciones de los veintitrés expertos que desarrollaron el modelo. La Figura 15 presenta los niveles de complejidad obtenidos por dimensión; al igual se presenta, la organización de factores por su nivel de complejidad.

En los resultados presentados en la Tabla 6, se evidencia que se cuenta con una dimensión en el nivel crítico, cuatro en el nivel alto y cuatro en el nivel medio. De igual manera, se aprecia que, en la distribución de la complejidad de los veintiséis factores, en la cual tres de los factores se ubican en el nivel de complejidad crítica; de estos factores, dos se ubican en la misma dimensión. En lo que respecta a la complejidad alta, hay un

total de trece factores; asimismo, nueve factores se evaluaron en complejidad media y solo un factor obtuvo valor bajo de complejidad.

Tabla 6
Nivel de Complejidad por Factores y Dimensiones.

Nivel	Dimensión	Factor	Nivel Complejidad x Dimensión	Nivel Complejidad x Factores
Nivel de Complejidad estratégica y contextual	Incertidumbre Estratégica	Geopolítica	ALTA	ALTA
		Decisiones Gubernamentales	ALTA	
		Presupuestales	ALTA	
	Complejidad Sociopolítica	Política (Presión y posición)	ALTA	MEDIA
		Social	MEDIA	
		Electoral	MEDIA	
	Dinamismo del Entorno	Estatal	ALTA	ALTA
		Mercado Internacional (globalización)	ALTA	
		Legislativo	MEDIA	
Nivel de Complejidad organizacional e institucional	Stakeholders	Interacción Stakeholders	MEDIA	MEDIA
		Nivel de Influencia y poder	ALTA	
		Alineación de intereses	MEDIA	
		Cantidad	ALTA	
	Restricciones Normativas y Fiscales	Marco Normativo	BAJO	MEDIA
		Restricciones Fiscales	ALTA	
	Seguridad de la Información	Sensibilidad de la Información	CRITICA	CRITICA
		Protección de la Información	CRITICA	
Nivel de Complejidad técnica y adaptativa	Dependencia Tecnológica externa	Origen de la Tecnología	ALTA	ALTA
		Transferencia tecnológica	ALTA	
		Soporte y Sostenimiento	ALTA	
		Tecnología (conocida o nueva)	MEDIA	
	Ciclo de Vida	Duración del proyecto	CRITICA	ALTA
		Fases del proyecto	ALTA	
		Continuidad del contexto	MEDIA	
	Necesidad de Adaptabilidad	Capacidad de adaptación del proyecto	MEDIA	MEDIA
		Respuesta a cambios estratégicos	MEDIA	

Nota. Elaboración propia.

Siguiendo con el análisis de los resultados, se puede evidenciar que las dimensiones de incertidumbre estratégica y dependencia tecnológica externa presentan un nivel alto de complejidad, porque en ambos casos tres de sus factores están en este valor, lo que permite identificar que a estas dos dimensiones se les debe dar una vigilancia especial por parte de la gerencia de proyectos.

De acuerdo con la evaluación obtenida de los factores, se evidencia que el factor “duración del proyecto” de la dimensión “ciclo de vida” presenta mayor criticidad, lo cual puede ser atribuible a que con mayor tiempo de duración, se presenta mayor exposición a dinámicas emergentes. Por tanto, se tiene mayor cabida para incertidumbres y ambigüedades, que permiten la presencia de la complejidad, al no poder garantizarse la estabilidad lineal del entorno del proyecto.

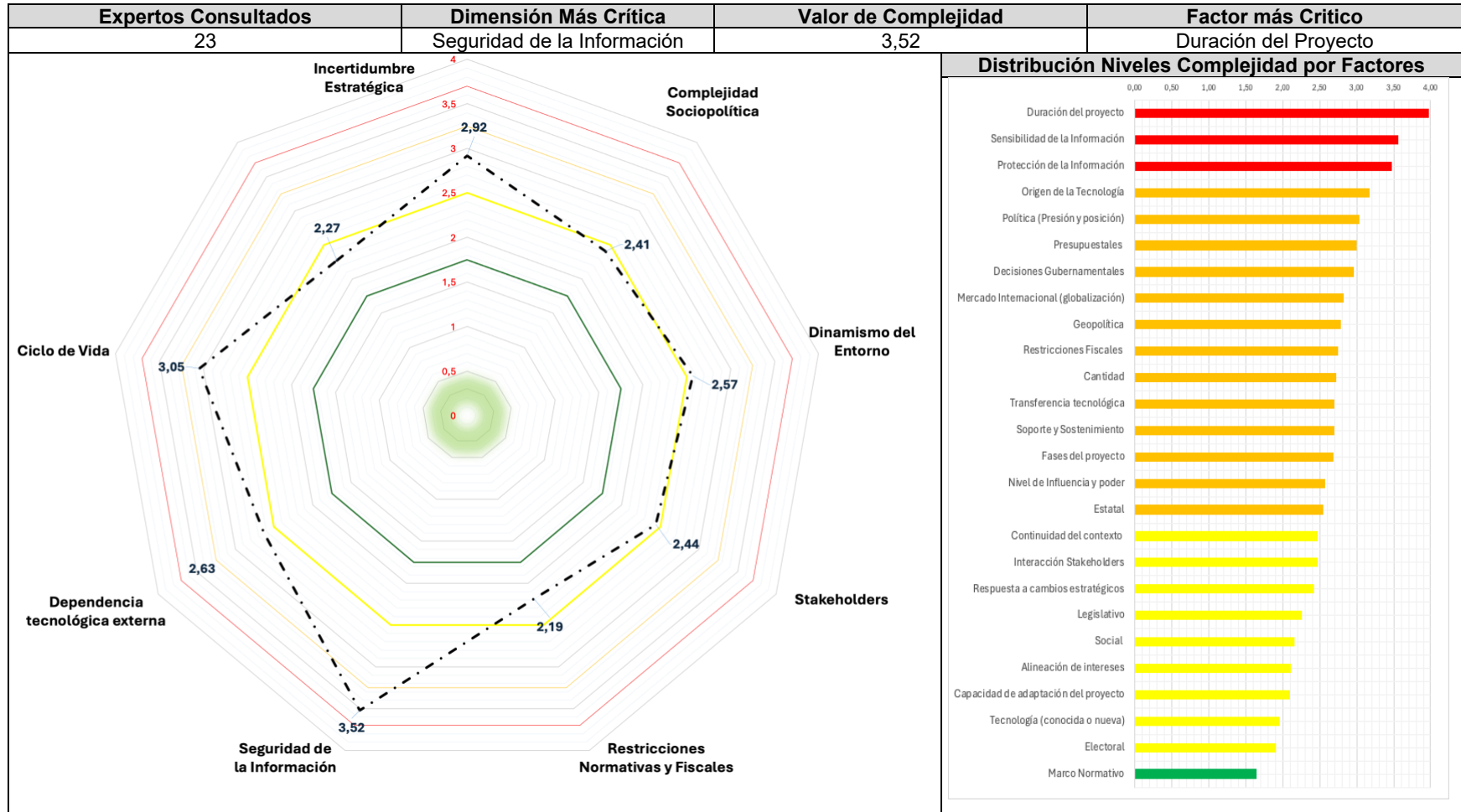
Los otros factores críticos son los que componen la dimensión de seguridad de la información. En este sentido, se puede afirmar que al tratarse de un equipo militar que por un lado tiene tecnología avanzada y por otro lado presenta un desbalance estratégico considerable. Los procesos de manejo de información generan complejidad que se asocia en primera instancia a que se tendrán diferentes niveles de manejo de información, afectando la toma de decisiones colegiadas; y como segundo aspecto, no se contará con parámetros de referencia de otros proyectos o información de fuentes abiertas que aporten a identificar posibles puntos nodales o brechas que puedan ser atendidas con anticipación.

Asimismo, el diagnóstico permitió identificar que el factor relacionado con el origen de la tecnología presenta una tendencia destacable dentro del nivel de complejidad, en comparación con otros factores que también se encuentran ubicados en la franja de complejidad alta y se puede asociar a que la cantidad de astilleros que pueden llegar a vender el equipo del caso de estudio, son muy pocos, y se concentran en el continente europeo, el cual presenta restricciones y leyes muy estrictas, así como es susceptible a las dinámicas geopolíticas de su entorno.

Adicionalmente, se resalta en el diagnóstico obtenido la reducida complejidad que importa la dimensión de restricciones normativas y fiscales, cuando se observa que esta tendencia se da por los aportes del factor marco normativo, lo cual demuestra que los proyectos cuentan con estructuras claras de las normatividades que regulan sus actuaciones, permitiendo reducción de la ambigüedad y mostrando la solidez en la estructura estatal.

Figura 15

Resultados de Complejidad MCSD-AS



Nota. Elaboración propia

Desde el punto de vista cuantitativo, como se muestra en la Tabla 7, los resultados presentan diferencias en el valor, permitiendo determinar que hay discrepancias de percepción entre un grupo y otro. Desde la óptica de la evaluación cuantitativa, hay igualdad en el 99 % de las dimensiones entre los diferentes grupos de la muestra. En tal sentido, se puede afirmar que el constructo completo, que es el resultado general, permite evidenciar que el modelo ofrece una mirada holística de la complejidad desde las dimensiones y factores determinados en este trabajo. Asimismo, valida que el modelo es aplicable al sector de defensa, mediante su empleo en el caso del proyecto de adquisición de los submarinos.

Dentro del diagnóstico realizado, se creó la Figura 16. En ésta se presenta cuál es la tendencia de la evaluación obtenida por los tres diferentes grupos de muestra. Cada grupo de muestra, desde su perspectiva, realizó su análisis del impacto de la complejidad en las dimensiones. De este modo, se pudo determinar qué grupo tienen en las diferentes dimensiones el mayor valor de complejidad.

Como se puede ver en la Figura 17, el grupo de expertos en gerencia de proyectos presenta una tendencia en cinco dimensiones con una calificación de complejidad menor en comparación con los otros grupos de expertos. De igual manera, se identificó que la dimensión de dependencia tecnológica para el personal experto en proyectos representa un nivel de complejidad mayor en comparación con el de los demás grupos.

Tabla 7
Resultado por grupos de muestra

	DIMENSIÓN	RESULTADO CUANTITATIVO			RESULTADO CUALITATIVO		
		Experto en Operación	Expertos de Proyectos	Nivel Estratégico	Experto en Operación	Expertos de Proyectos	Nivel Estratégico
Nivel de Complejidad estratégica y contextual	Incertidumbre Estratégica	2,98	2,67	3,06	ALTA	ALTA	ALTA
	Complejidad Sociopolítica	2,36	2,43	2,49	MEDIA	MEDIA	MEDIA
	Dinamismo del Entorno	2,50	2,54	2,71	ALTA	ALTA	ALTA
Nivel de Complejidad organizacional e institucional	Stakeholders	2,48	2,45	2,37	MEDIA	MEDIA	MEDIA
	Restricciones Normativas y Fiscales	2,22	2,07	2,25	MEDIA	MEDIA	MEDIA
	Seguridad de la Información	3,54	3,33	3,67	CRITICA	CRITICA	CRITICA
Nivel de Complejidad técnica y adaptativa	Dependencia Tecnológica externa	2,68	2,71	2,46	ALTA	ALTA	MEDIA
	Ciclo de Vida	3,12	2,94	3,03	ALTA	ALTA	ALTA
	Necesidad de Adaptabilidad	2,28	2,19	2,34	MEDIA	MEDIA	MEDIA

Nota. Elaboración propia.

En los resultados obtenidos por grupo de nivel estratégico se ve cómo seis dimensiones presentan un mayor valor que el reportado por otros grupos. Asimismo, se resalta que el nivel de complejidad estratégica y contextual representa una preocupación para este grupo, al obtener en las tres dimensiones que lo componen la dimensión un mayor valor en comparación con los otros grupos de expertos.

Figura 16

Calificación de Dimensiones por Grupos



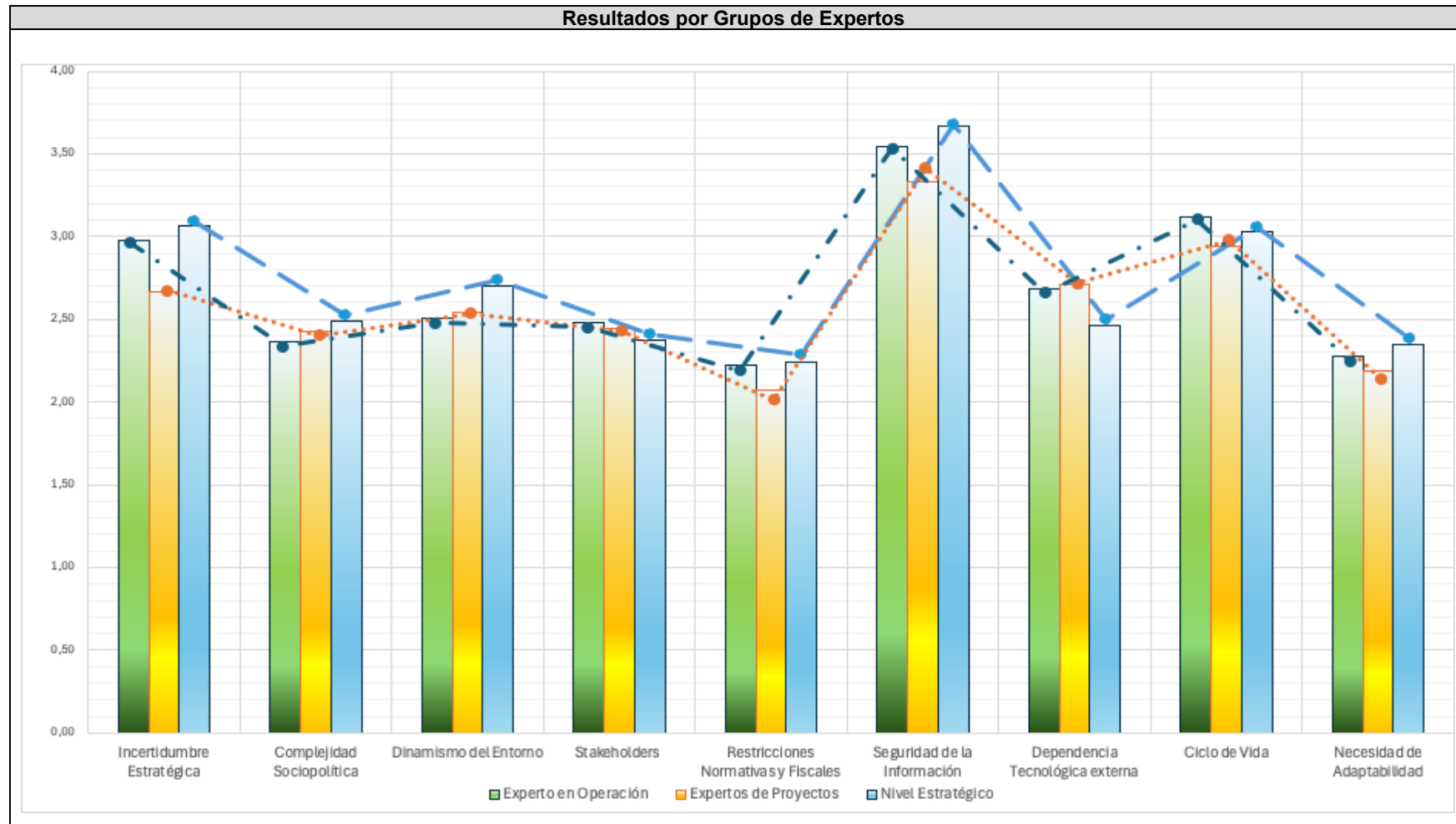
Nota. Elaboración propia

Por su parte, el grupo de expertos en operación presentó una postura intermedia con respecto a la posición de los otros dos grupos de expertos. La mayor complejidad identificada por estos expertos en operación se centró en *stakeholders* y ciclo de vida.

Dentro del diagnóstico que se presenta, la Tabla 8 muestra el nivel de consenso entre los diferentes expertos en la evaluación de los diferentes factores (Figura 18), lo que permitirá identificar áreas en las cuales se tiene una visión homogénea y aquellas en las que se tiene alta variación de ideas al respecto del proyecto. Por tanto, se muestra que en dieciocho factores, que equivalen al 69%, se presenta un consenso moderado, que implica que más de la mitad de la muestra tiene una percepción común. Sin embargo, no es absoluta y se puede asociar a la diferencia de experiencia y enfoques respecto a la percepción de la complejidad. Cinco factores, que representan el 19%, muestran un consenso alto entre los expertos; dos factores presentan un bajo consenso y uno presenta un consenso muy alto.

Figura 17

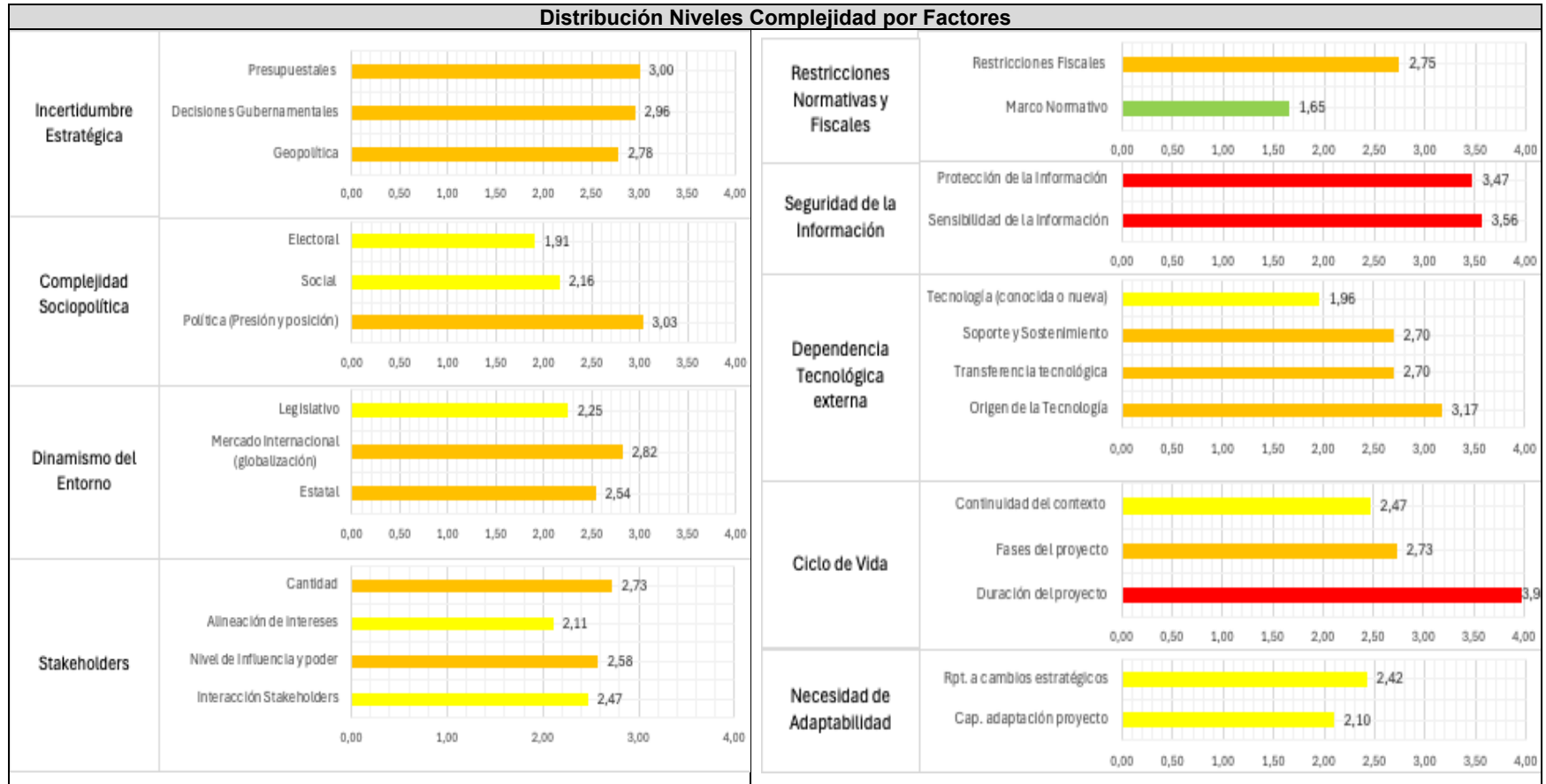
Resultado por Grupos de Expertos.



Nota. Elaboración propia

Figura 18

Distribución Nivel de Complejidad por Factores



Nota. Elaboración propia

Tabla 8*Resultados de Moda y Porcentaje de Consenso.*

Nivel	Dimensión	Factor	MODA	EXPERTOS COINCIDEN	CONSENSO	
Nivel de Complejidad estratégica y contextual	Incertidumbre Estratégica	Geopolítica	ALTA	12	52,2%	Consenso Moderado
		Decisiones Gubernamentales	ALTA	10	43,5%	Consenso Moderado
		Presupuestales	ALTA	17	73,9%	Consenso Alto
	Complejidad Sociopolítica	Política (Presión y posición)	ALTA	10	43,5%	Consenso Moderado
		Social	MEDIA	13	56,5%	Consenso Moderado
		Electoral	MEDIA	10	43,5%	Consenso Moderado
	Dinamismo del Entorno	Estatal	ALTA	11	47,8%	Consenso Moderado
		Mercado Internacional (globalización)	ALTA	11	47,8%	Consenso Moderado
		Legislativo	MEDIA	9	39,1%	Bajo Consenso
Nivel de Complejidad organizacional e institucional	Stakeholders	Interacción Stakeholders	MEDIA	14	60,9%	Consenso Alto
		Nivel de Influencia y poder	ALTA	7	30,4%	Bajo Consenso
		Alineación de intereses	MEDIA	12	52,2%	Consenso Moderado
		Cantidad	ALTA	10	43,5%	Consenso Moderado
	Restricciones Normativas y Fiscales	Marco Normativo	BAJO	13	56,5%	Consenso Moderado
		Restricciones Fiscales	ALTA	11	47,8%	Consenso Moderado
	Seguridad de la Información	Sensibilidad de la Información	CRITICA	13	56,5%	Consenso Moderado
		Protección de la Información	CRITICA	14	60,9%	Consenso Alto
Nivel de Complejidad técnica y adaptativa	Dependencia Tecnológica externa	Origen de la Tecnología	ALTA	15	65,2%	Consenso Alto
		Transferencia tecnológica	ALTA	12	52,2%	Consenso Moderado
		Soporte y Sostentamiento	ALTA	11	47,8%	Consenso Moderado
		Tecnología (conocida o nueva)	MEDIA	14	60,9%	Consenso Alto
	Ciclo de Vida	Duración del proyecto	CRITICA	20	87,0%	Consenso Muy alto
		Fases del proyecto	ALTA	12	52,2%	Consenso Moderado
		Continuidad del contexto	MEDIA	11	47,8%	Consenso Moderado
	Necesidad de Adaptabilidad	Capacidad de adaptación del proyecto	MEDIA	10	43,5%	Consenso Moderado
Respuesta a cambios estratégicos		MEDIA	13	56,5%	Consenso Moderado	

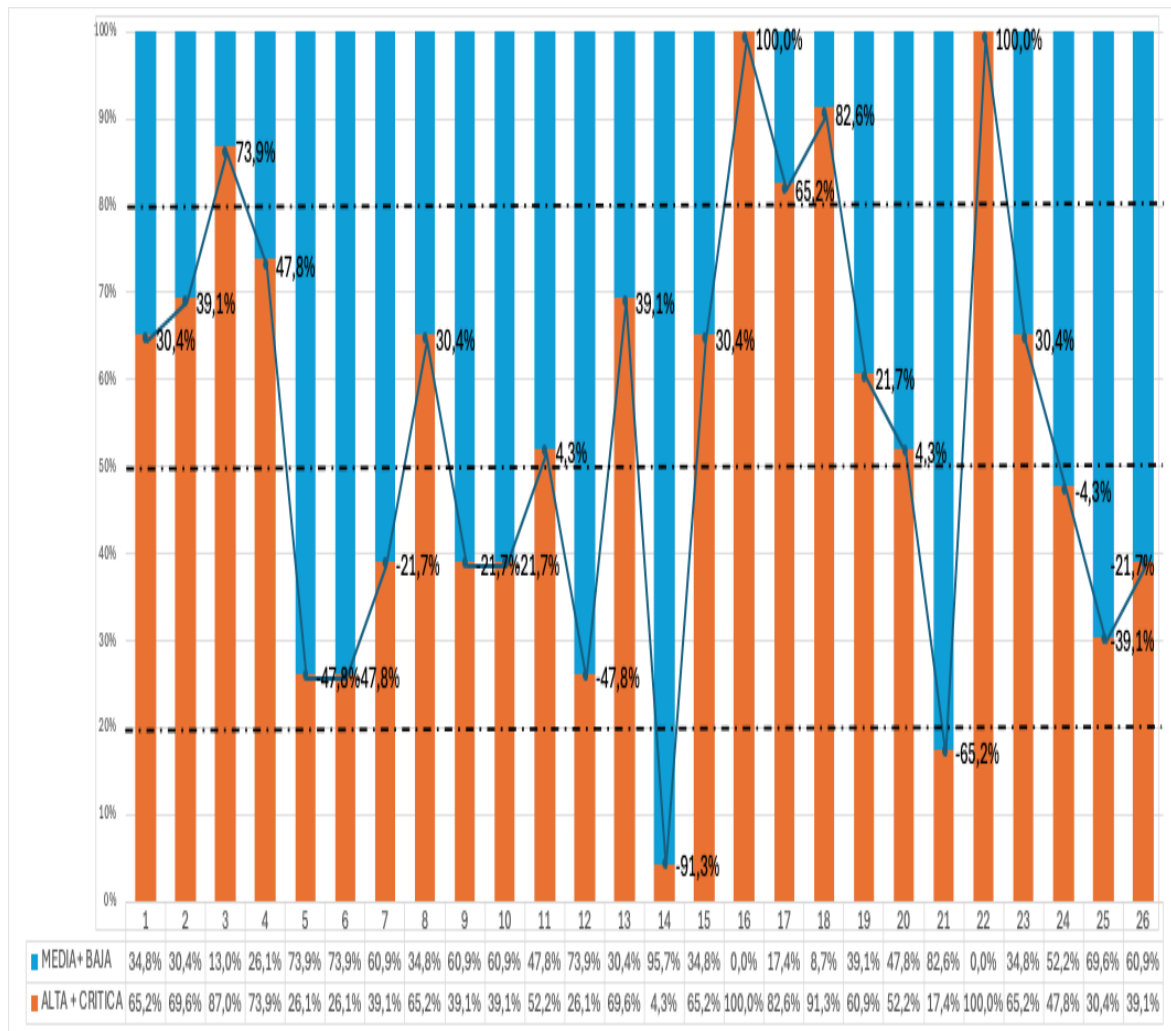
Nota. Elaboración propia.

Continuando con el consenso sobre la percepción del nivel de complejidad de los factores por parte de los expertos, se presenta la Figura 19. Ésta se realizó mediante la creación de dos grupos de percepción. Un grupo que está comprendido por la suma de los porcentajes obtenidos de los niveles alto y crítico, y por otro lado, los valores de bajo y medio, esto con el fin de poder identificar qué tendencia general de percepción tienen los expertos entre los diferentes factores. Adicionalmente, se creó un límite en la mitad de ambos grupos de percepción y dos límites adicionales, uno superior al 80% y otro inferior al 20%, con el fin de poder determinar qué factores sobrepasan estos límites, ya que con eso muestra una percepción de los expertos ya sea de alta complejidad o de baja complejidad, respectivamente. Asimismo, aquellos que se encuentran muy cerca del centro muestran una tendencia de ambigüedad hacia la complejidad. Es decir, no hay

una visión clara sobre el impacto de la complejidad. En tal sentido, se puede decir que con base en este análisis, se tiene cinco factores (presupuestales, sensibilidad de la Información, protección de la información, origen de la tecnología y duración del proyecto) con una percepción general de muy alta complejidad, dos factores (marco normativo y tecnología conocida o nueva) de percepción general de baja complejidad y tres factores (soporte y sostenimiento, nivel de influencia y poder y continuidad del contexto) en los que no hay consenso general y se tiene es ambigüedad.

Figura 19

Percepción de Complejidad Alta-Crítica y Baja-Media.



Nota. Elaboración propia.

Análisis de los resultados

Situación Actual

Con base en los resultados obtenidos, se puede en primera instancia decir que el proyecto de adquisición de submarinos es un proyecto de complejidad alta, el cual presenta retos significativos en lo que respecta a la seguridad de la información, ya que, esta dimensión logra una afectación transversal de casi todas las dimensiones del proyecto, porque la interacción del grueso de los elementos del proyecto depende de los flujos de información. Para el sector de defensa y en especial para equipos de nivel estratégico, los controles del manejo de la información se hacen mucho más estrictos debido a la sensibilidad de la información manejada y a los diferentes niveles que se manejan por la clasificación de la información. Asimismo, la industria maneja reservas en muchos procesos, por tanto, habrá no solo restricciones del manejo de información impuestas por la ARC, sino también se tendrán ciertas restricciones como resultado del manejo de equipo tecnificado.

Un elemento que también merece atención obtenido en el diagnóstico arrojado por el modelo aplicado, es que el nivel de complejidad estratégica y contextual presenta una alta tendencia a la complejidad, porque sus tres factores que la componen también son vistos con nivel de complejidad alta. Dichos factores, como se decía con anterioridad en este documento, presentan el atributo de que no son controlables por el equipo que conforma el proyecto; adicionalmente, sus dinámicas son muy cambiantes; por tanto, se convierten en desafíos. Si bien es cierto que se han tenido en cuenta durante la planeación previa del proyecto y durante la evaluación de riesgos, estos factores no se les puede dar un tratamiento para mitigar, eliminar o trasladar el riesgo; la única opción es generar acciones rápidas de adaptación basadas en la resiliencia.

Otro aspecto relevante en la situación actual, es la criticidad presentada por el factor ciclo de vida, el cual tiene el valor más alto de complejidad entre los veintiséis factores. Este factor logra tocar indirectamente todos los factores del proyecto, toda vez que la extensión prolongada del ciclo de vida del proyecto da cabida a generar una mayor exposición a la incertidumbre y ambigüedad. En otras palabras, es directamente proporcional la presión que genera el tiempo sobre los diferentes factores, aumentando su percepción de criticidad.

Como último aspecto relevante es el nivel de complejidad presentado por la dependencia tecnológica externa. Esta dimensión muestra un nivel alto de complejidad

impulsado por el soporte y sostenimiento, origen de la tecnología y la transferencia tecnológica. Para los expertos estos factores pueden limitar por un lado la posibilidad de generar controles efectivos que permita prevenir afectaciones en el desarrollo del proyecto, así como, las implicaciones de quedar supeditado a lo que la industria extranjera quiera, afectando la independencia tecnológica del país.

Fortalezas

Durante el análisis realizado por parte de los expertos durante el desarrollo del modelo y las diferentes conversaciones que se llevaron a cabo con el personal que evaluó el modelo, se pudieron encontrar algunas fortalezas.

Primero, si bien es cierto que la dimensión de seguridad de la información, fue evaluada con nivel de complejidad crítica, se sabe que el sector de defensa tiene doctrinas y procedimientos estándares para el manejo de la información que a lo largo del tiempo han acompañado a la institución. Por tanto, ya existe una cultura organizacional del manejo de los diferentes niveles de acceso a la información, así como, el entendimiento de respetar las decisiones que se toman a nivel superior, y que en muchos casos no son discutidas con antelación.

Segundo, el nivel de complejidad crítica y alta no impacta todas las dimensiones del proyecto, lo que permite generar alternativas puntuales para la adaptación debida. Asimismo, el hecho de identificar diferentes factores que configuran las dimensiones hace que las acciones a tomar sean más dirigidas y se traten de forma más eficiente las posibles alternativas a desarrollar dentro del plan de intervención. La identificación de los factores en los cuales se tienen altos valores, permite identificar que la complejidad del proyecto se basa más en los aspectos externos del proyecto, y no en temas estructurales o de estrategia de la organización. Por lo tanto, este punto es importante resaltarlo, ya que al tenerse una estructura organizacional que se concibe robusta permite una mayor capacidad de absorber los impactos que se pueden dar por causa de las incertidumbres que afecten al proyecto.

Oportunidades de mejora.

La primera oportunidad de mejora se centra en tratar de generar mayor consenso entre el personal que haga parte del proyecto, como se ha podido ver a lo largo del trabajo la complejidad exige que los equipos de trabajo mantengan la comunicación y sean capaces de construir en conjunto. En la medida en que un grupo sea más

homogéneo en el conocimiento y la visión del proyecto, se tendrá una visión más global que permite construir soluciones rápidas y que su puesta en marcha no llevara un proceso largo gracias a que su abordaje se hizo desde ópticas similares, lo cual facilitará la comunicación entre diferentes niveles, así como que los procesos se estandaricen más. Obtener el consenso en los proyectos complejos es importante como se pudo ver en el marco teórico de este trabajo, en tal sentido, siempre a lo largo del proyecto se debe generar el fortalecimiento del conocimiento e identificación con el proyecto, toda vez que esto permite que no solo el equipo de trabajo sino todos los involucrados en el proyecto aporten desde su posición al cumplimiento de los objetivos y los beneficios del proyecto.

Otro aspecto identificado es la extensión del ciclo de vida, en especial para este tipo de proyectos de construcción naval, debido a sus características técnicas y a la complejidad en diseño, fabricación e integración de sistemas, lo cual exige una duración prolongada. Sin embargo, hay oportunidades para buscar alternativas que segmenten la duración del proyecto en fases, permitiendo dinamizar las dimensiones dependiendo del rol que desarrolle en cada fase, en otras palabras, que se dé una adaptación desde una perspectiva de gerencia híbrida. La oportunidad de mejorar el manejo del ciclo de vida permite, en primer lugar, generar mayores controles en el desarrollo del proyecto, dando agilidad a la adaptación cuando sea necesaria, ya que este proyecto presenta incertidumbre constante, pero sus entregas finales son claras. Otro aspecto relevante en esta oportunidad es poder mantener una visión renovada gracias a la retroalimentación constante que se da en cada uno de los puntos de control que se establezcan en el plan de mejora. Esto no solo aportará a un mejor manejo de un proyecto tan prolongado, sino también contribuirá a la oportunidad anterior respecto a un mejor consenso dado por la autoevaluación constante del avance, el cumplimiento de metas propuestas y los beneficios esperados.

Con base en los diferentes niveles trabajados, se ve una fuerte tendencia a asociar la complejidad con la parte estratégica y de contexto, más que con lo técnico propio del proyecto. Por tanto, esta diferenciación permite generar mejores esfuerzos para este sector específico, entendiendo que estos son desafíos para el proyecto y no hacen parte intrínseca de él, pero su interconexión genera incertidumbre que se puede irradiar a todo el proyecto, generando afectaciones en el cumplimiento de las metas propuestas o en los beneficios esperados.

Al finalizar este capítulo del diagnóstico organizacional se puede afirmar que

gracias a la visión compartida de diferentes áreas de conocimiento que intervinieron en la evaluación del modelo, se caracterizaron los retos, debilidades y amenazas que enfrenta el proyecto del reemplazo de los submarinos, desde una visión de la complejidad en los proyectos del sector de defensa, asimismo, se resaltaron las fortalezas y la robustez organizacional de la ARC, permitiendo así la creación de un punto de partida para presentar un plan de intervención que permita en primer lugar cerrar las brechas que la complejidad puede abrir en el entendimiento y abordaje del proyecto.

Plan de Intervención

De acuerdo con los resultados obtenidos en el capítulo de Diagnóstico Organizacional, se plantea el siguiente plan de intervención, cuyo alcance consiste en un apoyo a los procesos de gestión del proyecto de adquisición para el reemplazo de los submarinos de Colombia, propuesto en el plan estratégico de la ARC. Por tanto, se van a plantear y presentar algunas consideraciones que aporten y fortalezcan el direccionamiento estratégico de este proyecto a partir de las dimensiones y factores identificados que permiten abordar los niveles de complejidad identificados.

Este plan de intervención propuesto plantea una primera parte que hace una caracterización del aspecto que se tratará. En esta primera parte se presenta su ubicación conceptual en el modelo, asimismo, su criticidad, factores que impactan, la debilidad o amenaza identificada y el objetivo a alcanzar con el plan. Junto con esto se presenta una tabla con el plan a desarrollar y la Figura 20 con el cronograma.

NIVEL	: Nivel de complejidad organizacional e institucional
DIMENSIÓN	: Seguridad de la Información
CRITICIDAD	: Crítica
FACTOR	: Sensibilidad de la Información (Crítica) Protección de la Información (Crítica)
DEBILIDAD O AMENAZA	: Al tener en cuenta que la información que se maneja tiene un nivel de compartimentación dado su carácter estratégico militar, se identifican las siguientes amenazas: Riesgo de fuga de información Compartimentación dificulta la toma de decisiones Problemas en la percepción de transparencia Limitaciones en colaboración
OBJETIVO	: Garantizar que el proyecto pueda adaptarse, permitiendo la continuidad operativa y la coordinación entre actores, no obstante, a la existencia de ambigüedades y restricciones producidas por el sistema de protección de la información estratégica.
PLAN DE ACCIÓN	: Presentado en la Tabla 9

Tabla 9

Plan de Acción Complejidad Crítica Seguridad de la Información

PLAN DE ACCIÓN	
DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	<p>Sensibilidad de la información: Un proyecto con las características del reemplazo de los submarinos implica la gestión de información con niveles altos de sensibilidad. De acuerdo con el análisis realizado con los expertos, se identifican datos técnicos del submarino, información financiera, proveedores de equipos, capacidades estratégicas y avances del proyecto. Por tanto, se propone crear una matriz de manejo de información sensible que permita al gerente del proyecto gestionarla de manera adecuada. Esta matriz debe incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo o categoría (técnica del submarino, financiera, proveedores de equipos, capacidades estratégicas, desarrollo del proyecto, etc.). • Responsable (dueño de la información). • Quiénes pueden acceder para consulta. • Quién puede modificar la información (edición). • Dónde debe reposar, • Medios autorizados para su manejo (correo, plataforma, físico, etc.). • Quién aprueba el acceso de personal no autorizado y cuáles son los criterios para otorgar dicha autorización. <p>En los casos que aplique, se adoptarán los criterios existentes en la ARC, conforme a lo establecido en el Sistema de Gestión de Calidad, evitando la creación de sistemas paralelos.</p>
	<p>Protección de la Información: La ARC cuenta con un sistema de clasificación para la protección de la información; no obstante, para un proyecto de esta magnitud, se debe elaborar un delineamiento de las normas para clasificar los documentos y la información que maneje el proyecto. Por tanto, se deben hacer capacitaciones de manera recurrente sobre estos marcos para la clasificación. Asimismo, debe existir un rol o un grupo encargado de ser el responsable de avalar la clasificación y llevar el control de la información, con responsabilidades definidas</p>
	<p>Sensibilidad de la Información: Otro aspecto que se debe abordar por su relevancia hace referencia a las reglas para reuniones y comunicaciones verbales, tales como reuniones, reuniones virtuales, videollamadas o llamadas. Para este caso, se debe establecer protocolos para evitar tratar temas relevantes o con reservas en canales no seguros. Adicionalmente, reglas referentes a idiomas para el manejo de información y control de traducciones.</p>
	Sensibilidad de la información:

ACCIONES ESPECIFICAS	<ul style="list-style-type: none"> Definir tipo o categoría. Crear la matriz. Establecer medios seguros. Definir protocolos para la liberación de información. Determinar qué se aplicará del Sistema de Gestión de Calidad. 	
	Protección de la Información: <ul style="list-style-type: none"> Definir las características de la información para generar la clasificación. Creación de plan de capacitación (definir temporalidad). Nombrar al personal encargado del control y validación de la clasificación de la información por niveles. 	
	Sensibilidad de la Información: <ul style="list-style-type: none"> Establecer idiomas oficiales. Establecer salas seguras. Lista de verificación de asistentes autorizados. Promesas de reserva. Actas con clasificación (dependiendo del caso) 	
INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI's)	KPI. Matriz de manejo de información sensible implementada	
	$\frac{\text{Aspectos diligenciados}}{\text{Aspectos definidos totales}} \times 100$	semanal hasta cierre; luego cuando se incluya modificaciones o actualizaciones. ≥ 95% (2 meses desde el inicio del proyecto o cambio de fase)
	KPI. Cobertura de clasificación	
	$\frac{\text{Personas con clasificación asignada}}{\text{Total de personal en el proyecto}} \times 100$	Quincenal hasta un cierre 100%; luego cuando se incluya nuevo talento humano. 100% (2 meses desde el inicio del proyecto) x personal nuevo 2 días.
	KPI. Cumplimiento de permisos de acceso	
$\frac{\text{No. Solicitudes resueltas}}{\text{Total de Solicitudes}} \times 100$	Mensual 100%	
KPI. Cumplimiento de repositorio autorizado		

	$\frac{\text{No. novedades encontradas almacenamiento información}}{\text{Total de elementos auditados}} \times 100$	Mensual < 10 %
	KPI. Cumplimiento del plan de capacitación protección de la información	
	$\frac{\text{No. personas capacitadas}}{\text{Total de personal en el proyecto}} \times 100$	Mensual > 80 %
	KPI . No conformidades por clasificación	
	$\frac{\text{No. hallazgos (mal clasificados)}}{\text{Total de documentos revisados}} \times 100$	Mensual < 5 %
	KPI. Cumplimiento de uso de salas/canales seguros	
	$\frac{\text{No. actas de reserva correctamente deiligenciadas}}{\text{Total de reuniones realizadas}} \times 100$	Mensual 100 %
KPI. Cumplimiento de idiomas oficiales y control de traducciones		
$\frac{\text{No. comunicaciones sensibles con protocolo traducción}}{\text{Total de reuniones y documentos auditados}} \times 100$	Mensual 100 %	
KPI. Adopción de criterios del SGC		
$\frac{\text{No. de formatos integrados al SGC}}{\text{Total de formatos aplicados}} \times 100$	Mensual / Cambio de fase ≥ 90% mes 3; 100% mes 6	
RESPONSABLE / NIVEL DE GOBERNANZA	<ul style="list-style-type: none"> • Para las definiciones de carácter estratégico-técnico se debe centrar la responsabilidad en el Jefe de la Jefatura de Construcción y Optimización Naval. • Para el desarrollo y control de actividades, el gerente del proyecto PLOTEOS. • Para el establecimiento de procedimientos de aseguramiento de la gestión de calidad y direccionamiento estratégico, la Jefatura de Planeación Naval. • Para el manejo de información presupuestal, la Jefatura de Operaciones Logísticas. • Para el manejo de información jurídica y temas legales, la Jefatura Jurídica 	

Nota. Elaboración propia

- NIVEL** : Nivel de Complejidad técnica y adaptativa
- DIMENSIÓN** : Ciclo de Vida
- CRITICIDAD** : Alta
- FACTOR** : Duración del proyecto (Crítica)
Fases del proyecto (Alta)
- DEBILIDAD O AMENAZA** : Teniendo en cuenta que el proyecto de reemplazo de los submarinos tiene una alta duración (entre 8 a 10 años), se genera una mayor exposición a la aparición de cambios en diferentes factores tanto externos como internos, que impongan un aumento en la complejidad del proyecto. El personal de la ARC debe cumplir capacitaciones y formaciones que hacen parte de su carrera militar, lo que genera pérdida de continuidad por rotación de personal, esto ocasiona, asimismo, pérdida de trazabilidad en procesos
- De igual manera, se identificó que estos proyectos de largos ciclos de vida, tienden a desarrollarse mediante etapas o fases; por tanto, se pueden presentar problemas asociados a pérdida de trazabilidad por mala entrega, errores inducidos por espacios vacíos que quedan sin control y se da cabida a la ausencia de la gobernanza.
- OBJETIVO** : Reducir los impactos resultantes de la larga duración, mediante la aplicación de un sistema híbrido y tareas que permitan generar una adaptabilidad a los cambios que se presenten durante el desarrollo del proyecto.
- Mantener la coherencia a lo largo del proyecto, garantizando el control de la transición fase a fase.
- Existencia de criterios de inicio y término de fases que eviten los espacios vacíos sin control de la gobernanza del proyecto.
- PLAN DE ACCIÓN** : Presentado en la Tabla 10

Tabla 10

Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Ciclo de Vida

PLAN DE ACCIÓN									
DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	<p>Duración del proyecto: Creación de un comité de seguimiento estratégico, que monitoree y haga análisis prospectivos sobre aspectos como cambios geopolíticos, políticos, fiscales, jurídicos, tecnológicos y de mercado, permitiendo de esta manera adaptar el proyecto a los cambios emergentes, si es el caso hacer replanteamiento de las fases o hitos. Construir un plan de manejo de personal, donde se dé un método de rotación que reduzca cambios, proyecte reemplazos con tiempos traslapados y maneje la suplencia de personal en roles sensibles con personal existente en el equipo de trabajo del proyecto.</p> <p>Fases del proyecto: Para este factor de duración del proyecto, se propone generar las fases: fase precontractual, selección de oferta y contratación, fase de validación de diseño y construcción, fase de entrenamiento, fase de pruebas FAT, HAT y SAT, fase de transferencia y entrada en servicio. Estas se guiarán mediante gestión híbrida. En los casos de hitos contractuales, se dará gestión predictiva y la planificación detallada se guiará mediante gestión adaptativa.</p>								
ACCIONES ESPECIFICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Nombramiento del comité de seguimiento estratégico. • Acta de constitución • Cronograma de informes prospectivos. • Plan de manejo de personal (criterios y proyecciones institucionales). <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Definición y delimitación temporal de las fases. • Determinación de hitos • Definición de las entradas y salidas esperadas de cada fase. 								
INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI's)	<p>KPI. Cumplimiento creación comité de seguimiento estratégico</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%; text-align: center;"> $\frac{\text{Acta de creación} + \text{Roles definidos} + \text{Cronograma reuniones}}{3} \times 100$ </td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Mensual (revisión semestral o cambio de fase)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">100 %</td> </tr> </table> <p>KPI. Cumplimiento de sesiones del comité</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%; text-align: center;"> $\frac{\text{Reuniones desarrolladas}}{\text{Total reuniones en cronograma}} \times 100$ </td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Mensual</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">≥ 90 %</td> </tr> </table>	$\frac{\text{Acta de creación} + \text{Roles definidos} + \text{Cronograma reuniones}}{3} \times 100$	Mensual (revisión semestral o cambio de fase)		100 %	$\frac{\text{Reuniones desarrolladas}}{\text{Total reuniones en cronograma}} \times 100$	Mensual		≥ 90 %
$\frac{\text{Acta de creación} + \text{Roles definidos} + \text{Cronograma reuniones}}{3} \times 100$	Mensual (revisión semestral o cambio de fase)								
	100 %								
$\frac{\text{Reuniones desarrolladas}}{\text{Total reuniones en cronograma}} \times 100$	Mensual								
	≥ 90 %								

	KPI. Informes de análisis prospectivo	
	$\frac{\text{No. Informes presentados}}{\text{Total informes requeridos}} \times 100$	Trimestral ≥ 90 %
	KPI. Efectividad de decisiones del comité	
	$\frac{\text{No. recomendaciones con mitigación}}{\text{Total de decisiones tomadas}} \times 100$	Trimestral ≥ 70–80%
	KPI. Plan de manejo de personal	
	$\frac{\text{Personas trasladadas a acuerdo plan de rotación}}{\text{Total de roles críticos}} \times 100$	Semestral ≥ 80%
	KPI. Tasa de traslado en roles críticos	
$\frac{\text{Salidas no planificadas en roles críticos}}{\text{Total No. de personas acuerdo plan de rotación}} \times 100$	Semestral ≤ 5 %	
KPI. Fases definidas y aprobadas		
$\frac{\text{Identificación, propósito, duración, responsables y tipo de gestión}}{5} \times 100$	Inicio del proyecto – Revisión semestral 100 %	
KPI. Cumplimiento de hitos por fase		
$\frac{\text{No. de hitos cumplidos}}{\text{No. total de hitos de la fase}} \times 100$	Revisión Trimestral 100 % al termino de fase.	
RESPONSABLE / NIVEL DE GOBERNANZA	<ul style="list-style-type: none"> • Para la definición de las entradas y salidas esperadas de cada fase: Jefatura de Construcción y Optimización Naval y Jefatura de Planeación Naval. • Para el nombramiento del comité de seguimiento estratégico: gerente del proyecto PLOTEOS. • Para la definición y delimitación temporal de las fases: Jefatura de Planeación Naval. • <i>Para el plan</i> de manejo de personal: Jefatura de Estado Mayor de Personal. 	

Nota. Elaboración Propia

NIVEL	: Nivel de Complejidad estratégica y contextual
DIMENSIÓN	: Incertidumbre Estratégica
CRITICIDAD	: Alta
FACTOR	: Geopolítica (Alta) Decisiones Gubernamentales (Alta) Presupuestales (Alta)
DEBILIDAD O AMENAZA	: En el diagnóstico realizado, se ve cómo en esta dimensión presenta una alta amenaza, ya que todos los factores tienen un nivel de complejidad alto, toda vez que son externos del proyecto y, por tanto, no se puede dar control, convirtiéndose en un desafío para el equipo del proyecto y sumado a la larga duración del proyecto, vista con anterioridad, aumenta la debilidad en este aspecto. Como se explicó en el marco referencial de este trabajo, esta dimensión para un proyecto del sector de defensa es susceptible a cambios en las prioridades del gobierno de turno respecto a las políticas de defensa, volatilidad y estrechez presupuestal y fiscal o reconfiguraciones geopolíticas, todos aspectos generan ambigüedades en los diferentes niveles de gobernanza y visión de los stakeholders.
OBJETIVO	: Mantener la ejecución y desarrollo del proyecto de acuerdo con lo planificado mediante la gestión adaptativa, basada en el monitoreo y la evaluación de los escenarios geopolíticos, decisiones gubernamentales y restricciones presupuestales por parte del comité de seguimiento estratégico (ya enunciado con anterioridad).
PLAN DE ACCIÓN	: Presentado en la Tabla 11

Tabla 11

Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Incertidumbre Estratégica

PLAN DE ACCIÓN									
DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	<p>Para todos los factores: Dadas las características de los tres factores, se plantea generar un comité de seguimiento estratégico (ya hablado en el plan de la dimensión anterior), el cual debe monitorear y evaluar el entorno para generar las reacciones necesarias. Asimismo, a partir de los ejercicios de prospectiva realizados, determinar los posibles escenarios que se pueden dar a mediano y largo plazo, de manera tal que se pueda, desde esta área, generar acciones para incidir en la configuración de escenarios futuros.</p> <p>Adicionalmente, como estos son factores externos que no están bajo el control directo del equipo del proyecto, se debe establecer, a nivel de la alta gobernanza de las instituciones estratégicas (Ministerio de Defensa, Ministerio de Relaciones Exteriores, Departamento Nacional de Planeación), comités de seguimiento que permitan formular políticas o acciones orientadas a mantener el adecuado desarrollo del proyecto.</p>								
ACCIONES ESPECIFICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Designación del comité de seguimiento estratégico. • Monitoreo y evaluación de escenarios. • Desarrollo de análisis prospectivos. • Creación del protocolo de activación del comité estratégico de alto nivel (a nivel ministerial y del DNP.) 								
INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI's)	<p>Teniendo en cuenta que el plan de acción de esta dimensión también depende del comité de seguimiento estratégico los KPI's Cumplimiento creación comité de seguimiento estratégico, Cumplimiento de sesiones del comité, informes de análisis prospectivo y efectividad de decisiones del comité descritos en la Tabla 10, serán tenidos en cuenta para esta parte. No obstante, a esta dimensión que tiene la sensibilidad estratégica alta se le incluye un KPI a la calidad del informe que presente el comité.</p> <p>KPI. Calidad del análisis (score de informe)</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">$\frac{\text{Identificación de Oportunidades y amenazas efectivas}}{\text{No. total de Oportunidades y amenazas presentadas}} \times 100$</td> <td style="text-align: center;">Trimestral</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">≥ 80 %</td> </tr> </table> <p>KPI. Comité Estratégico de Alto Nivel (ministerial - DNP)</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">$\frac{\text{Roles, Procedimiento activación,}}{\text{No. total de Oportunidades y amenazas presentadas}} \times 100$</td> <td style="text-align: center;">Inicio del proyecto – Revisión anual</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">100 % al mes del inicio del proyecto.</td> </tr> </table>	$\frac{\text{Identificación de Oportunidades y amenazas efectivas}}{\text{No. total de Oportunidades y amenazas presentadas}} \times 100$	Trimestral		≥ 80 %	$\frac{\text{Roles, Procedimiento activación,}}{\text{No. total de Oportunidades y amenazas presentadas}} \times 100$	Inicio del proyecto – Revisión anual		100 % al mes del inicio del proyecto.
$\frac{\text{Identificación de Oportunidades y amenazas efectivas}}{\text{No. total de Oportunidades y amenazas presentadas}} \times 100$	Trimestral								
	≥ 80 %								
$\frac{\text{Roles, Procedimiento activación,}}{\text{No. total de Oportunidades y amenazas presentadas}} \times 100$	Inicio del proyecto – Revisión anual								
	100 % al mes del inicio del proyecto.								

	KPI. Tiempo de activación del Comité Estratégico de Alto Nivel (ministerial - DNP)	
	<i>No, días desde ocurrencia de evento</i>	por evento ≤ 5 días hábiles.
	KPI. Efectividad de decisiones del del Comité Estratégico de Alto Nivel (ministerial - DNP)	
	$\frac{\text{No. eventos resueltos con impacto mitigado o resuelto}}{\text{Total de decisiones tomadas}} \times 100$	Semestral $\geq 70-80\%$
RESPONSABLE / NIVEL DE GOBERNANZA	<ul style="list-style-type: none"> • Para el nombramiento del comité de seguimiento estratégico: gerente del proyecto PLOTEOS, DPROE y Jefatura de Construcción y Optimización Naval. • Para el monitoreo y evaluación de escenarios geopolíticos: Jefatura de Construcción y Optimización Naval y Jefatura de Planeación Naval. • Para el monitoreo y evaluación de escenarios fiscales y presupuestales: Jefatura de Operaciones Logísticas. • Para la creación del protocolo de activación del comité estratégico a nivel ministerial o del DNP: gerente del proyecto PLOTEOS, DPROE y Jefatura de Construcción y Optimización Naval. • Para la activación del comité estratégico a nivel ministerial o del DNP: Sr. Comandante de la Armada. 	

Nota. Elaboración Propia

NIVEL	: Nivel de Complejidad técnica y adaptativa
DIMENSIÓN	: Dependencia tecnológica externa
CRITICIDAD	: Alta
FACTOR	: Origen de la Tecnología (Alta) Transferencia tecnológica (Alta) Soporte y Sostenimiento (Alta) Tecnología - conocida o nueva (Baja)
DEBILIDAD O AMENAZA	: La amenaza identificada en esta dimensión se centra en los factores origen de la tecnología, transferencia tecnológica, soporte y sostenimiento. En primer lugar, existe una amenaza a estar relegado a un tercero para decisiones y capacidades específicas, dado por la no existencia de una soberanía tecnológica. Adicionalmente, al estar supeditado a un tercero, el cambio del entorno global puede llegar a impactar decisiones o incluso la continuidad del proyecto. Otro aspecto relevante es que si no se da la transferencia mínima requerida de tecnología, pueden impactarse los programas de sostenimiento y, asimismo, la empresa local no podrá suplir necesidades básicas recurrentes.
OBJETIVO	: Con el desarrollo del programa de reemplazo de submarinos, uno de los objetivos estratégicos será reducir la dependencia tecnológica externa, asegurando simultáneamente una soberanía operativa mínima. Lo que es más, deberá darse transferencia tecnológica medible a empresas locales, en cabeza de Cotecmar; esto deberá suplir la capacidad de soporte y sostenimiento sostenible en los primeros escalones de mantenimiento.
PLAN DE ACCIÓN	: Presentado en la Tabla 12

Tabla 12

Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Dependencia Tecnológica

PLAN DE ACCIÓN			
DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	<p>Origen de la Tecnología: Debido a que este tipo de tecnología es tan específica y son muy pocos los países que dominan el mercado mundial, se deberá verificar, durante la escogencia de ofertas, aquellos que mantengan una concordancia política y cuenten con mayor aceptación a nivel mundial. Por lo tanto, se debe desarrollar, con el comité de seguimiento estratégico, un análisis especial de los negocios y tratados que estos países oferentes tengan con otros países. Una vez en desarrollo del proyecto, como hay una gran cantidad de equipos y componentes que no son del mismo lugar donde se construye, se deberá tener en cuenta, por parte del oferente, alternativas viables que puedan suplir equipos y permitir la continuación del proyecto.</p> <p>Transferencia tecnológica, Soporte y Sostenimiento: En el contrato deberá quedar explícito que debe existir relacionamiento del proyecto con la industria colombiana, con el fin de determinar proveedores potenciales de componentes, software o sistemas que puedan suplir algunas de las necesidades de las plataformas a lo largo de su ciclo de vida. Por tanto, deberá existir un comité de seguimiento conformado entre la industria y la ARC, con el fin de identificar empresas potenciales que pueden ser útiles para estos desarrollos o transferencias tecnológicas.</p>		
ACCIONES ESPECIFICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de criterios ponderables que permitan una correcta selección de proveedor. • Conformar, dentro del Comité de Seguimiento Estratégico, un grupo que vigile el entorno de los sub-proveedores. • Convocar a la industria colombiana a integrarse en el proyecto. • Negociar cláusulas contractuales de continuidad mediante sub-proveedores alternos. 		
INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI's)	<p>KPI. Índice de riesgo país/proveedor</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"> <p>A+B+C+D+E+F+G= VALOR DE RIESGO</p> <p>Ítems a evaluar: A) Solides política, B) Sanciones, C)Solides Jurídico, D) Comercio Exterior, E) Credibilidad, F) No. de Sub-proveedores y G) Conflictos.</p> <p>Calificación por ítems: 0= Si presenta riesgo por eventos en los últimos 5 años, 1= Si presenta riesgo por eventos en los últimos 10 años y 2= No presenta eventos desfavorables.</p> </td> <td style="text-align: center;"> <p>al seleccionar + revisión semestral</p> <hr/> <p>≤ 10</p> </td> </tr> </table>	<p>A+B+C+D+E+F+G= VALOR DE RIESGO</p> <p>Ítems a evaluar: A) Solides política, B) Sanciones, C)Solides Jurídico, D) Comercio Exterior, E) Credibilidad, F) No. de Sub-proveedores y G) Conflictos.</p> <p>Calificación por ítems: 0= Si presenta riesgo por eventos en los últimos 5 años, 1= Si presenta riesgo por eventos en los últimos 10 años y 2= No presenta eventos desfavorables.</p>	<p>al seleccionar + revisión semestral</p> <hr/> <p>≤ 10</p>
<p>A+B+C+D+E+F+G= VALOR DE RIESGO</p> <p>Ítems a evaluar: A) Solides política, B) Sanciones, C)Solides Jurídico, D) Comercio Exterior, E) Credibilidad, F) No. de Sub-proveedores y G) Conflictos.</p> <p>Calificación por ítems: 0= Si presenta riesgo por eventos en los últimos 5 años, 1= Si presenta riesgo por eventos en los últimos 10 años y 2= No presenta eventos desfavorables.</p>	<p>al seleccionar + revisión semestral</p> <hr/> <p>≤ 10</p>		

	KPI. Vigilancia de sub-proveedores conformado y operativo	
	$\frac{\text{No. hitos cumplidos sub – proveedores}}{\text{No. total de hito por fase (sub – proveedores)}} \times 100$	Revisión Trimestral > 90 %
	KPI. Disponibilidad de alternativas en componentes críticos	
	$\frac{\text{No. ítems críticos con menos de dos proveedor}}{\text{No. total ítems críticos}} \times 100$	Revisión Trimestral < 5 %
	KPI. Participación a convocatoria de industria nacional	
	$\frac{\text{No. empresas interesadas}}{\text{No. total empresas convocadas}} \times 100$	Revisión Semestral ≥ 70%
	KPI. Empresas calificadas para transferencia de Tecnología ó soporte	
$\frac{\text{No. empresas aptas para proveer}}{\text{No. total empresas convocadas}} \times 100$	Anual ≥ 40%	
KPI. Transferencia de tecnología directa a Cotecmar		
$\frac{\text{Plan de TT, Cronograma, Entregables}}{3} \times 100$	Inicio del proyecto – Revisión semestral 100 % al mes del inicio del proyecto.	
KPI. Cláusulas contractuales		
$\frac{\text{Cláusulas Pactadas}}{\text{Cláusulas Requeridas}} \times 100$	Inicio del proyecto 100 %	
RESPONSABLE / NIVEL DE GOBERNANZA	<ul style="list-style-type: none"> • Para la creación de criterios ponderables que permitan una correcta selección de proveedor: gerente del proyecto PLOTEOS, DPROE y Jefatura de Planeación Naval. • Para la vigilancia del entorno de los sub-proveedores: Jefatura de Construcción y Optimización Naval y Comité de Seguimiento Estratégico. • Para convocar a la industria colombiana a integrarse en el proyecto: lideran el MDN y el Comandante de la ARC; realizan seguimiento y mesas de trabajo la Jefatura de Planeación Naval y la Jefatura de Construcción y Optimización Naval. • Para negociar cláusulas contractuales de continuidad mediante sub-proveedores alternos: lideran el Comandante de la Armada, el gerente del proyecto PLOTEOS, DPROE, la Jefatura de Planeación Naval y la Jefatura de Construcción y Optimización Naval. 	

Nota. Elaboración Propia

- NIVEL** : Nivel de Complejidad estratégica y contextual
- DIMENSIÓN** : Dinamismo del Entorno
- CRITICIDAD** : Alta
- FACTOR** : Estatal (Media)
Mercado Internacional (globalización) (Alta)
Legislativo (Alta)
- DEBILIDAD O AMENAZA** : La amenaza identificada en esta dimensión se centra en los factores Mercado Internacional (globalización) y Legislativo. El primero de estos se debe al mercado altamente especializado, concentrado en pocos proveedores internacionales, sujeto a dinámicas por efectos de la globalización, tales como variaciones económicas y posibles limitaciones en la oferta tecnológica, generando incertidumbre en la disponibilidad de proveedores, los costos, los tiempos de entrega y los esquemas de transferencia tecnológica.
Por su parte, el factor legislativo constituye una amenaza debido a que los cambios normativos y regulatorios pueden modificar las condiciones bajo las cuales se estructura, financia, contrata y ejecuta el proyecto. Por lo tanto, la interacción entre un mercado internacional volátil y un entorno legislativo cambiante incrementa la incertidumbre del proyecto y exige mecanismos permanentes de monitoreo, anticipación y adaptación institucional.
- OBJETIVO** : Mantener la dirección del proyecto desde la visión con que se estructuró, financió y contrató, siendo la gestión adaptativa el pilar fundamental ante los cambios emergentes y las incertidumbre entregada al proyecto por las presiones globales y legislativas.
- PLAN DE ACCIÓN** : Presentado en la Tabla 13

Tabla 13

Plan de Acción Complejidad Alta Dimensión Dinamismo del Entorno

PLAN DE ACCIÓN	
DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	<p>Mercado Internacional (globalización): En lo que respecta a este factor son varias las confluencias con factores de dimensiones anteriores, como por ejemplo la parte tecnológica y geopolítica, que también resultan influenciados por los efectos de la globalización. Por lo tanto, varios de los KPI desarrollados en apartes anteriores sirven para general el seguimiento requerido, factores como el comité de seguimiento estratégico aportara a una visión de los mercados y como estos generan dinámicas sobre el proyecto. Una vez más se resalta la importancia que el oferente, cuente con alternativas de múltiples proveedores que permitan la continuación del proyecto ante posibles efectos de afectación en los mercados.</p> <p>Legislativo: Se debe contar con una visión estratégica sobre posible tramites de emisión, modificación o derogación de normas y leyes, esto permitirá tener tiempos para analizar cuáles son las alternativas de adaptación y posibles posibilidades dentro del nivel institucional o estatal de detener o adaptar los cambios que se piensen dar ante que las normas sean emitidas o modificadas.</p> <p>Nota. Para ambos factores, varios de los KPI descritos en las otras dimensiones tratadas aportan a los procesos de gerencia adaptativa y gobernanza.</p>
ACCIONES ESPECIFICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de criterios ponderables que permitan una correcta selección de proveedor. • Conformar, dentro del Comité de Seguimiento Estratégico, un grupo haga seguimiento al mercado internacional que afecta directa o indirectamente el proyecto. • Mediante la Jefatura Jurídica de la ARC y MDN, hacer seguimiento legislativo que permita prevenir afectación por emisión de normas.
INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI's)	<p>Los siguiente serán los KPI que aportaran a esta dimensión.</p> <ul style="list-style-type: none"> - KPI. Índice de riesgo país/proveedor - KPI. Disponibilidad de alternativas en componentes críticos - KPI. Calidad del análisis (score de informe) - KPI. Comité Estratégico de Alto Nivel (ministerial - DNP) - KPI. Cumplimiento creación comité de seguimiento estratégico - KPI. Cumplimiento de sesiones del comité - KPI. Informes de análisis prospectivo - KPI. Efectividad de decisiones del comité

RESPONSABLE / NIVEL DE GOBERNANZA	<ul style="list-style-type: none">• Para la creación de criterios de seguimiento de mercados: gerente del proyecto PLOTEOS, DPROE y Jefatura de Planeación Naval.• Para la vigilancia del entorno: Jefatura de Construcción y Optimización Naval, Comité de Seguimiento Estratégico. Y Jefatura Jurídica.• Para el nombramiento del comité de seguimiento estratégico: gerente del proyecto PLOTEOS.
--	--

Nota. Elaboración Propia

Figura 20

Diagrama Gantt Plan de Acción General

PLAN DE ACCIÓN																	
#	Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)	Frecuencia	Meta	MES													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Matriz de manejo de información sensible implementada	Semanal hasta cierre; luego por actualización	≥ 95% (Mes 2 desde inicio/cambio fase)	⊕	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	Cobertura de clasificación	Quincenal hasta cierre 100%; luego por personal nuevo	100% (Mes 2 desde inicio) / personal nuevo ≤ 2 días	⊕	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3	Cumplimiento de permisos de acceso	Mensual	100%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4	Cumplimiento de repositorio autorizado	Mensual	< 10%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5	Cumplimiento del plan de capacitación protección de la información	Mensual	> 80%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6	No conformidades por clasificación	Mensual	< 5%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
7	Cumplimiento de uso de salas/canales seguros	Mensual	100%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
8	Cumplimiento de idiomas oficiales y control de traducciones	Mensual	100%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
9	Adopción de criterios del SGC	Mensual / cambio de fase	≥ 90% mes 3; 100% mes 6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
10	Cumplimiento creación comité de seguimiento estratégico	Mensual (revisión semestral o cambio fase)	100%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11	Cumplimiento de sesiones del comité	Mensual	≥ 90%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
12	Informes de análisis prospectivo	Trimestral	≥ 90%			•			•			•					•
13	Efectividad de decisiones del comité	Trimestral	≥ 70–80%			•			•			•					•
14	Plan de manejo de personal	Semestral	≥ 80%														•
15	Tasa de traslado en roles críticos	Semestral	≤ 5%						•								•
16	Fases definidas y aprobadas	Inicio del proyecto – revisión semestral	100%	⊕					•								•
17	Cumplimiento de hitos por fase	Revisión trimestral	100% al término de fase			•			•			•					•
18	Calidad del análisis	Trimestral	≥ 80%			•			•			•					•
19	Comité Estratégico de Alto Nivel (ministerial-DNP)	Inicio del proyecto – revisión anual	100% al mes 1														•
20	Tiempo de activación del Comité Estratégico de Alto Nivel	Por evento	≤ 5 días hábiles	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
21	Efectividad de decisiones del Comité Estratégico de Alto Nivel	Semestral	≥ 70–80%						•								•
22	Índice de riesgo país/proveedor	Al seleccionar + revisión semestral	≤ 10						•								•
23	Vigilancia de sub-proveedores conformado y operativo	Revisión trimestral	> 90%			•			•			•					•
24	Disponibilidad de alternativas en componentes críticos	Revisión trimestral	< 5%			•			•			•					•
25	Participación a convocatoria de industria nacional	Revisión semestral	≥ 70%						•								•
26	Empresas calificadas para transferencia de tecnología o soporte	Anual	≥ 40%														•
27	Transferencia de tecnología directa a Cotecmar	Inicio del proyecto – revisión semestral	100% al mes 1	⊕					•								•
28	Cláusulas contractuales	Inicio del proyecto	100%	⊕													•

SIGNIFICADO	⊕ Inicio del proyecto	• Medición programada en el mes	◇ Medición por evento / cambio de fase
--------------------	-----------------------	---------------------------------	--

Nota. Elaboración propia

Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones de la intervención desarrollada en la ARC. Estas conclusiones son el resultado del análisis desarrollado durante la realización de este trabajo.

Una vez analizados los modelos de gerencia de proyectos complejos, se pudo determinar nueve dimensiones relevantes en las cuales los proyectos de defensa pueden presentar complejidad. Asimismo, se determinaron los diferentes factores que hacen parte de estas dimensiones, de manera que, para el proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada de Colombia, proyecto que es a largo plazo, la complejidad se centra especialmente en factores externos, que en muchos casos no están bajo el control de los miembros de los equipos de proyecto. Factores como los políticos, geopolíticos y presupuestales amenazan continuamente al proyecto. Por lo tanto, se debe mantener una vigilancia detallada de estos factores para poder, de manera resiliente, adaptarse a los cambios emergentes del entorno. De las nueve dimensiones del modelo MCSD-AS, se determina que, aunque todas son relevantes para el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de los objetivos, son cinco las que merecen especial atención y desarrollo de un plan de intervención para poder, a través de la gerencia del proyecto y la gobernanza institucional, adaptar estrategias que permitan reducir los impactos de la incertidumbre.

El nivel de complejidad del proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada de Colombia, se diagnostica con base en el modelo evaluado, donde se determinó que de las nueve dimensiones, una se presenta en nivel crítico, cuatro en nivel alto y cuatro en nivel medio. Por lo tanto, se puede decir que la complejidad del proyecto es alta. Asimismo, se determina que la complejidad está asociada al nivel técnico, adaptativo, estratégico y contextual, y no a nivel organizacional o institucional, por lo que se infiere que la ARC cuenta con una madurez institucional que garantiza la formalidad y legitimidad de sus procesos, sin embargo, debido a su carácter estatal, es susceptible a los aspectos externos.

El plan de intervención organizacional para abordar la complejidad del proyecto de reemplazo de los submarinos de la Armada de Colombia, se diseñó basado en generar procesos de monitoreo y seguimiento, que permita la anticipación o rápida adaptabilidad ante los posibles cambios, de manera que se busque la flexibilidad y el trabajo en equipo, no solo de manera horizontal sino también de manera vertical, para

lograr una mayor interacción entre los diferentes niveles de gobernanza institucionales, mejorando el entendimiento de los fenómenos que pueden aparecer.

A partir de estudios de los conceptos y abordajes de la complejidad de manera holística, se puede concluir, que la complejidad es un compuesto de factores intrínsecos y extrínsecos del proyectos, por tanto, se propone que esta no sea abordada como un todo, sino, descomponer está en las diferentes dimensiones que la componen así se logra en primer lugar poder determinar el cuales son las debilidades y amenazas más relevantes existentes y su nivel. En segundo lugar, puede determinarse a partir del diagnóstico, cuáles son las mejores acciones a tomar toda vez que ya se entiende la raíz de las ambigüedades internas y externas que afectan al proyecto.

En el desarrollo de este trabajo se logró la identificación de factores y competencias que los gerentes de proyectos modernos deben saber, conocer y desarrollar con el fin de hacerle frente a un entorno globalizado, la comunicación inmediata y las nuevas tecnologías. Todos estos aspectos existentes están interconectados y reaccionan de diferentes maneras generando dependencia, volatilidad y cambio constante de los sistemas económicos y políticos mundiales.

El aporte fundamental para la gerencia de proyectos de este trabajo es validar que son tres pilares fundamentales que un gerente debe tener e interiorizar para el manejo de la complejidad en los proyectos. En primer lugar, se tiene la adaptabilidad, ya que es una competencia clave en el desarrollo de los proyectos, sin importar el grado de complejidad, toda vez que la mejor reacción a la volatilidad es adaptarse. En segundo lugar, la resiliencia que permite una rápida aceptación del impacto que produce un cambio inesperado en el entorno, de manera tal que los gerentes deben saber gestionar las emociones de sus equipos de trabajo, para poder mantener la continuidad del proyecto y una buena adaptación ante las nuevas dinámicas. Como tercer aspecto, las capacidades de liderazgo son fundamentales para la gerencia de proyectos, mediante estas se logra la conexión entre las diferentes áreas que conforman el proyecto. Por un lado, mantendrán la conexión e interés de los stakeholders, aportando solidez a la comunicación y visión conjunta para una correcta gestión de los beneficios y resultados esperados. Por otro lado, esta capacidad aportará al equipo, manteniendo la motivación, la autocrítica y el mejoramiento constante, aportando así a la cultura organizacional que permita sobrellevar cada una de las etapas de los proyectos.

Recomendaciones

Las recomendaciones que nacen del desarrollo de este trabajo se presentarán de manera que aporten, en primera instancia, a la organización intervenida (ARC y MDN); en segundo lugar, al ámbito académico.

ARC y MDN

Con base en el diagnóstico realizado a nivel de la ARC, se determinó que en el nivel de criticidad de la complejidad del proyecto, la dimensión de seguridad de la información presentó el nivel más alto de complejidad, al ser evaluada en crítica determinado por la visión de los evaluadores, en especial el personal operativo y nivel estratégico quienes forman parte de la ARC, mostrando que existen fuertes preocupaciones con el manejo y seguridad de la información institucional. Por tanto, se recomienda generar un plan a nivel institucional que busque fortalecer la cultura organizacional referente a aspectos de manejo de la información, en el cual se puedan estandarizar procesos, hacer frente a las nuevas dinámicas del uso de la información, seguridad y niveles que se tienen en la institución, todo esto con el propósito de reducir las brechas existentes en la cultura organizacional.

El diagnóstico permite ver cómo los factores geopolíticos, decisiones gubernamentales, presupuestales, estatales, del mercado internacional (globalización) y legislativos afectan de manera considerable al proyecto, trayendo consigo ambigüedades y altas expectativas de eventos emergentes. Por tanto, se recomienda no solo para la ARC, sino para niveles de Comando General y Ministeriales, crear una oficina que sea la encargada de generar informes sobre dinámicas emergentes, análisis prospectivos y alertas tempranas que permitan, a nivel de gobernanza estratégica de estas instituciones, tomar decisiones estratégicas, generar dinámicas adaptativas y proponer nuevos abordajes para los proyectos que se estén desarrollando.

La ARC debe garantizar que a lo largo del desarrollo del proyecto de reemplazo de los submarinos, se genere una evaluación semestral del modelo propuesto, buscando con esto determinar cambios de visión interna sobre las dinámicas del proyecto, así como, determinar posibles aumentos de criticidad de los factores que tienen un nivel medio, toda vez que un cambio en estos puede ocasionar el aumento de la criticidad en una dimensión. Asimismo, esta evaluación del proyecto a través del modelo permitirá

determinar si el plan de intervención propuesto ha sido efectivo, o si por el contrario se deben tomar nuevas acciones para lograr los objetivos propuestos.

Ámbito Académico

Al desarrollar este trabajo, se pudo ver cómo en ciertos ámbitos estatales y en especial en el sector de defensa, se presenta un reducido soporte de información respecto al desarrollo de proyectos bajo la óptica de la complejidad, la prospectiva y otro grupo de áreas de conocimiento. Lo que afecta la rápida adaptación de este sector al mundo que está en cambio constante. Por lo tanto, se recomienda generar una línea de esfuerzo sobre el sector estatal, que permita generar propuestas desde la academia para la reconfiguración de enfoques y abordajes de los proyectos, no solo de los aspectos intrínsecos, sino, de aspectos extrínsecos como normas, políticas estatales y relacionamiento político-social que generen ambigüedad y riesgo en la continuidad y obtención de los resultados y beneficios del proyecto.

Con base en el modelo propuesto para medición de la complejidad para el sector defensa, se recomienda para un próximo trabajo poder generar una validación de este modelo con otros proyectos de este sector que manejen aspectos diferentes al del reemplazo de los submarinos, como por ejemplo una menor duración o en la existencia de independencia tecnológica, de este modo se podrá generar una validación total del modelo, permitiendo ajustar ya sea, contemplando nuevos factores en las dimensiones o pesos dentro del modelo.

El concepto de la complejidad no es muy claro para muchas personas del común; inclusive, gerentes de proyecto empíricos o con poca formación pueden llegar a cruzar la delgada línea que separa la complejidad de los riesgos presentes en un proyecto. En tal sentido, se propone directamente a la EAN como líder en el sector académico en la gerencia de proyectos, que se desarrolle una guía académica a través de sus grupos de investigación y que permita, en primer lugar, apoyar la formación y conocimiento de este aspecto para este tipo de personas. Y en segundo lugar, aterrizar ésta al caso colombiano, donde existen diferencias marcadas en aspectos gubernamentales, composición estatal, normatividad y relacionamiento estratégico.

Referencias

Aaltonen, K., & Kujala, J. (2016). Towards an improved understanding of project stakeholder landscapes. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1537–1552. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.009>

Armada Española. (2015). *Concepto de Operaciones Navales (COPNAV) 2015*. Ministerio de Defensa (España). Armada Nacional. (2014). *Doctrina de material naval: Tomo I (1.ª ed.)*.

https://www.armada.mil.co/sites/default/files/doctrina_de_material_navai_tomo_i.pdf

Armada Nacional. (2018). *Historia de la Armada Nacional*. <https://www.armada.mil.co>

Armada Nacional (2020). *Plan de Desarrollo Naval 2042*. Jefatura de Planeación Naval. <https://www.armada.mil.co/es/content/b-plan-desarrollo-naval-2042-0>

Armada Nacional. (2024). *Misión y funciones de la Armada Nacional*. <https://www.armada.mil.co>

Association for Project Management. (2019, May). *Leadership: Responding to complexity (APM Research Fund Series)*. <https://www.apm.org.uk/media/dzvn2f3x/leadership-complexity-research-report-final-lr.pdf>

Australian Institute of Project Management. (2023). *AIPM professional competency standards for project management – Certified Practising Project Manager (CPPM) (Version 3.0)*.

Australian Resilience Centre. (2025). *Building resilient futures*. <https://www.ausresilience.com.au/>

AXELOS. (2017). *Managing successful projects with PRINCE2 (6th ed.)*. TSO (The Stationery Office).

AXELOS. (2023). *Managing successful projects with PRINCE2 (7th ed.)*. TSO (The Stationery Office).

Baccarini, D. (1996). The concept of project complexity—A review. *International Journal of Project Management*, 14(4), 201–204. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00093-3](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00093-3)

Bakhshi, J., Ireland, V., & Gorod, A. (2016). Clarifying the project complexity construct: Past, present and future. *International Journal of Project Management*, 34(7), 1199–1213. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.002>

Barrios, S. (Ed.). (2022). *Economía de defensa: Conceptos generales, asignación*

de presupuesto y recontextualización. Sello Editorial ESDEG.

<https://doi.org/10.25062/9786287602069>

Bland, D. L. (2013). *Defence management: An introduction*. Routledge.

Blum, J. (2021). Democracy's third wave and national defense spending. *Public Choice*, 189(1), 183–212.

Bolzan de Rezende, L., Denicol, J., Blackwell, P., & Kimura, H. (2022). The main project complexity factors and their interdependencies in defence projects. *Project Leadership and Society*, 3, 100050. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2022.100050>

Booth, K. (1977). *Navies and foreign policy*. Routledge.

Brockmann, C., & Girmscheid, G. (2007). Complexity of megaprojects. In *CIB World Building Congress 2007 (Conference paper, Cape Town, South Africa)*.

<https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB4758.pdf>

Bushnell, D. (1993). *The making of modern Colombia: A nation in spite of itself*. University of California Press.

Buzan, B., Wæver, O., & de Wilde, J. (1998). *Security: A new framework for analysis*. Lynne Rienner Publishers.

Canbul Yaroğlu, A. (2024). The effects of artificial intelligence on organizational culture in the perspective of the hermeneutic cycle: The intersection of mental processes. *Systems Research and Behavioral Science*, 42(6), 1515–1527.

<https://doi.org/10.1002/sres.3037>

Chauhan, P. (2017, February 9). India's submarine arm — Returning to even-trim. Center for International Maritime Security (CIMSEC). <https://cimsec.org/indias-submarine-arm-returning-even-trim/>

Churchill, W. (1951). *The Second World War: The gathering storm*. Houghton Mifflin.

Collins Dictionary. (2024). Naval. Recuperado el 1 de octubre de 2024, de <https://www.collinsdictionary.com/es/diccionario/ingles/naval>

Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 80 de 1993 por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. *Diario Oficial No. 41.094*.

Congreso de la República de Colombia. (2003). Ley 819 de 2003 por la cual se dictan normas orgánicas en materia de presupuesto, responsabilidad y transparencia fiscal. *Diario Oficial No. 45.243*.

Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia (7 de*

julio de 1991).

Departamento Administrativo de la Función Pública. (s. f.). Manual de Estructura del Estado: Sector Defensa Nacional [PDF]. Manual de Estructura del Estado Colombiano. Recuperado el 1 de marzo de 2026, de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/manual-estado/pdf/6_Sector_Defensa_Nacional.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2020). Documento CONPES 3990: Colombia potencia bioceánica sostenible 2030. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES).

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3990.pdf>

Deutsche Welle. (s. f.). Colombia compra cazas suecos Gripen: ¿Se rearma América Latina? Recuperado el 1 de noviembre de 2025, de <https://www.dw.com/es/colombia-compra-cazas-suecos-gripen-se-rearma-am%C3%A9rica-latina/a-74919757>

Dimar. (2019). Dirección General Marítima. Obtenido de <https://www.dimar.mil.co/jurisdiccion>

Efatmaneshnik, M., & Ryan, M. J. (2016). A general framework for measuring system complexity. *Complexity*, 21(5), 533–548. <https://doi.org/10.1002/cplx.21767>

El Colombiano. (2022, 22 de junio). ¿Nuevo encontrón? Petro le pide a Duque que suspenda la compra de aviones. <https://www.elcolombiano.com/colombia/gustavo-petro-le-pide-a-ivan-duque-que-suspenda-la-compra-de-aviones-PG17881916>

Florice, S., Michela, J. L., & Piperca, S. (2016). Complexity, uncertainty-reduction strategies, and project performance. *International Journal of Project Management*, 34(7), 1360–1383. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.11.007>

Flyvbjerg, B. (2014). What you should know about megaprojects and why: An overview. *Project Management Journal*, 45(2), 6–19. <https://doi.org/10.1002/pmj.21409>

Fondo Monetario Internacional. (2025). Lograr el crecimiento en tiempos de incertidumbre: Informe anual del FMI 2025. Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2025/download/spanish/>

García Villegas, M. (2014). Constitución, poder militar y democracia en Colombia. *Revista de Derecho Público*, (32), 1–28.

Geraldi, J., Maylor, H., & Williams, T. (2011). Now, let's make it really complex (complicated): A systematic review of the complexities of projects. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(9), 966–990.

<https://doi.org/10.1108/01443571111165848>

Goryunova, E., & Yawson, R. M. (2025). "Nested Complexity" Framework for Human-Centered AI-Augmented Leadership. *Journal of Leadership Studies*, 19(2), e70016. <https://doi.org/10.1002/jls.70016>

Gray, C. S. (2010). *The strategy bridge: Theory for practice*. Oxford University Press.

Harake, M. F. (2025). Navigating economic crises: Strategic project management for agility, resilience, and innovation. *PM World Journal*, 14(4).

Hartley, K. (2003). The future of European defence policy: An economic perspective. *Defence and Peace Economics*, 14(2), 107–115. <https://doi.org/10.1080/10242690302921>

Hernández Bonilla, J. M. (2025, 25 de septiembre). El Congreso revive el presupuesto del Gobierno Petro con una reducción de 10 billones de pesos. *El País*. <https://elpais.com/america-colombia/2025-09-24/el-congreso-revive-el-presupuesto-del-gobierno-petro-con-una-reduccion-de-10-billones-de-pesos.html>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana. <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=31455>

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015—Sistemas de gestión de la calidad—Requisitos (Norma internacional)*. ISO.

International Organization for Standardization. (2020). *ISO 21502: Project, programme and portfolio management—Guidance on project management*. ISO.

Janes. (2023, December 4). Spanish Navy commissions first S-80 Plus-class submarine. *Janes*. <https://www.janes.com/osint-insights/defence-news/sea/spanish-navy-commissions-first-s-80-plus-class-submarine>

Jennings, P., & Hellyer, M. (2020, November). *Submarines: Your questions answered (ASPI Special Report 161)*. Australian Strategic Policy Institute.

Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2018). *Applied multivariate statistical analysis (7th ed.)*. Pearson.

Joseph, N., & Marnewick, C. (2020). Clarifying IS project complexity through factor analysis. *The African Journal of Information Systems*, 12(2), 138–165. <https://digitalcommons.kennesaw.edu/ajis/vol12/iss2/2/>

Josey, W. C., & England, K. (2009). Utilizing a project profile matrix to determine project management requirements. In *PMI Global Congress 2009—North America*

(Orlando, FL). Project Management Institute.

Kaya, İ., Öner, M. A., & Baçoğlu, N. (2003). Critical success factors in R&D project management in military systems acquisition and a suggested R&D project selection methodology for Turkish Armed Forces [Conference paper].

https://www.maoner.com/2003_16_08CSFsR%26D.PDF

Kim, K.-S., Roh, M.-I., & Ha, S. (2015). Expert system based on the arrangement evaluation model for the arrangement design of a submarine. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8731–8744. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.07.026>

Kotter, J. P. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press.

Lafhaj, Z., Rebai, S., AlBalkhy, W., Hamdi, O., Mossman, A., & Alves Da Costa, A. (2024). Complexity in construction projects: A literature review. *Buildings*, 14(3), 680.

Lamb, T. (2013). *Ship design and construction (Vol. 2)*. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME).

Lawrence, M., Homer-Dixon, T., Janzwood, S., Rockström, J., Renn, O., & Donges, J. F. (2024). Global polycrisis: The causal mechanisms of crisis entanglement. *Global Sustainability*, 7, e6. <https://doi.org/10.1017/sus.2024.1>

Levitt, B., & March, J. G. (1988). Organizational learning. *Annual Review of Sociology*, 14, 319–340.

Leydesdorff, L. (s. f.). Meaning, anticipation, and codification in functionally differentiated systems of communication (Manuscrito no publicado / working paper). *Science & Technology Dynamics*, University of Amsterdam; Amsterdam School of Communications Research (ASCoR). <http://www.leydesdorff.net>

Liu, D. Y., Wang, C. K., Fang, C. Y., & Liu, P. L. (2021). A study of project financing on the defense industry in systems thinking perspective. *Journal of Applied Finance and Banking*, 11(2), 131–149.

Lopes da Silva, D. (2023). Political accountability and military spending. *Defence and Peace Economics*, 34(5), 563–580.

Luhmann, N. (1977). Differentiation of society. *The Canadian Journal of Sociology / Cahiers canadiens de sociologie*, 2(1), 29–53.

Malufti, F. (2024, May 19). Latest on Indonesia's Scorpène and plan to acquire four more submarines. *Naval News*. <https://www.navalnews.com/naval-news/2024/05/latest-on-indonesias-scorpene-and-plan-to-acquire-four-more-submarines/>

Marder, A. J. (1961). *From the Dreadnought to Scapa Flow*. Oxford University Press.

Mirza, E., & Ehsan, N. (2017). Quantification of Project Execution Complexity and its Effect on Performance of Infrastructure Development Projects. *Engineering Management Journal*, 29(2), 108–123. <https://doi.org/10.1080/10429247.2017.1309632>

Murray-Webster, R., & Dalcher, D. (Eds.). (2019). *APM body of knowledge* (7th ed.). Association for Project Management.

MWB Research AG. (2025, October 20). Europe's naval pure play: Initiation of coverage—TKMS AG & Co. KGaA (Equity research report). MWB Research AG.

National Audit Office. (2022). *Delivery environment complexity analytic (DECA): Understanding challenges in delivering project objectives (Good practice guide)*. National Audit Office.

National Geographic Historia. (s. f.). *La vida en un submarino alemán durante la Segunda Guerra Mundial*. Historia National Geographic. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/vida-submarino-aleman-segunda-guerra-mundial_24976

Naval Group. (2022, September 2). *Delivery and commissioning of the Riachuelo, the first Brazilian Scorpène® submarine entirely made in Brazil*. Naval Group. <https://www.naval-group.com/en/delivery-and-commissioning-riachuelo-first-brazilian-scorpener-submarine-entirely-made-brazil>

Naval Technology. (2013, June 6). *GD to help fix Spanish Navy's overweight issue of S-80 submarine*. Naval Technology. <https://www.naval-technology.com/news/newsgd-to-help-fix-spanish-navy-overweight-issue-s80-submarine/>

Nussipova, A., Khussainova, G., Kabilova, R., Aliyarov, E., & Nuralina, B. (2024). *Estrategia de comunicaciones de seguridad de la información como requisito previo para contrarrestar la guerra híbrida: experiencia mundial*. *Revista Latina de Comunicación Social*, (82), 23.

OECD. (2021). *Government at a Glance 2021*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1c258f55-en>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). *Marco de acción para la inversión: Edición 2015*. OECD Publishing. doi.org

Padfield, P. (1995). *War beneath the sea: Submarine conflict during World War II*. Yale University Press.

Pearce, P., & Friedenthal, S. (2013). *A practical approach for modelling submarine subsystem architecture in SysML (Paper 12, pp. 347–360)*. In *Proceedings of the Submarine Institute of Australia Science, Technology & Engineering Conference 2013*.

Submarine Institute of Australia.

Perrow, C. (1999). *Normal accidents: Living with high-risk technologies*. Princeton University Press.

Pinzón Lemos, M. (2025, 24 de agosto). Colombia, en podio del gasto militar con más de US\$10.700 millones. *La República*.

<https://www.larepublica.co/globoeconomia/colombia-esta-en-el-podio-del-gasto-militar-regional-con-mas-de-us-10-700-millones-4208742>

Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 78–93.

Project Management Institute. (2014). *Navigating complexity: A practice guide*. Project Management Institute.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide) (7th ed.)*. Project Management Institute.

Project Management Institute. (2026). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide) (8th ed.)*. Project Management Institute.

Real Academia Española. (s. f.). Complejo. *Diccionario del estudiante*. <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/complejo>

Remington, K., Zolin, R., & Turner, R. (2009, October). A model of project complexity: Distinguishing dimensions of complexity from severity. Paper presented at the IRNOP IX Conference, Berlin, Germany.

Rezende, L. B., & Blackwell, P. (2019). Revisiting project complexity: A new dimension and framework. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 6(3), 5–21.

Romero Rojo, F. J., Roy, R., & Shehab, E. (2010). Obsolescence management for long-life contracts: State of the art and future trends. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 49, 1235–1250. <https://doi.org/10.1007/s00170-009-2471-3>

Room, G. (2011). *Complexity, institutions and public policy*. Edward Elgar.

Sacchi, S., Buzzelli, G., & De La Porte, C. (2025). 'Guns versus butter' in public opinion: The politicization of the warfare-welfare trade-off. *Journal of European Public Policy*, 1–27.

Saiz, C. L. (2015). Mercado de submarinos convencionales. Cambio de tendencias. *Revista General de Marina*, 269(12), 899–904.

Saraswati, D. K., & Indrawati. (2025). Australia's security strategy in responding to

China's threat in the Indo-Pacific region through the 2021–2024 AUKUS. *Journal of Social Politics and Governance*, 7(1), 64–80. <https://doi.org/10.24076/13g5ad75>

Segovia, C., & Peroza, J. (2023). Estructura de fuerza y planeamiento por capacidades: una visión al 2042 en defensa y seguridad – Caso Armada de Colombia. *Revista de Pensamiento Estratégico y Seguridad CISDE*, 8(1), 9–33.

Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2007). *Reinventing project management: The diamond approach to successful growth and innovation*. Harvard Business School Press.

Snider, D. M., & Watkins, G. L. (2002). *The future of the army profession*. McGraw-Hill.

Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard Business Review*, 85(11), 68–76.

Stacey, R. D. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. Berrett-Koehler Publishers.

Stockholm International Peace Research Institute. (2026). Trends in world military expenditure, 2025. SIPRI. https://www.sipri.org/sites/default/files/2026-04/2604_milex_2025.pdf

Tatikonda, M. V., & Rosenthal, S. R. (2000). Technology novelty, project complexity, and product development project execution success: A deeper look at task uncertainty in product innovation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47(1), 74–87. <https://doi.org/10.1109/17.820727>

Thyssenkrupp Marine Systems. (2025). Your maritime powerhouse (Presentación). <https://www.tkmsgroup.com/>

Till, G. (2018). *Seapower: A guide for the twenty-first century* (4th ed.). Routledge.

Too, E. G., & Weaver, P. (2014). The management of project management: A conceptual framework for project governance. *International Journal of Project Management*, 32(8), 1382–1394. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.07.006>

Turner, J. R. (2014). *The handbook of project-based management: Leading strategic change in organizations* (4th ed.). McGraw-Hill Education.

U.S. Army War College. (1992). *Strategic leadership primer*. Department of Command, Leadership, and Management. <https://ssl.armywarcollege.edu/DCLM/Publications/readings/Strategic%20Leadership%20Primer%20-%203ED.pdf>

UK Ministry of Defence. (2017). *Joint Doctrine Publication 0–10: UK maritime power*. Ministry of Defence.

Webeck, S., & Armev, J. (2023). Boundary complexity and organizational strategic planning. *Journal of Behavioral Public Administration*, 6(1). doi.org

Williams, T. (2005). Assessing and moving on from the dominant project management discourse. *International Journal of Project Management*, 23(7), 497–508.

World Economic Forum. (2025). *Global Cybersecurity Outlook 2025: Insight report* (January 2025).

https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Cybersecurity_Outlook_2025.pdf

Apéndice

Apéndice A. Revisión de los Conceptos de Complejidad

Este apéndice presenta la revisión de la literatura que sustenta teóricamente el abordaje del concepto de complejidad, así como la comprensión de sus elementos principales en el contexto de la gerencia de proyectos.

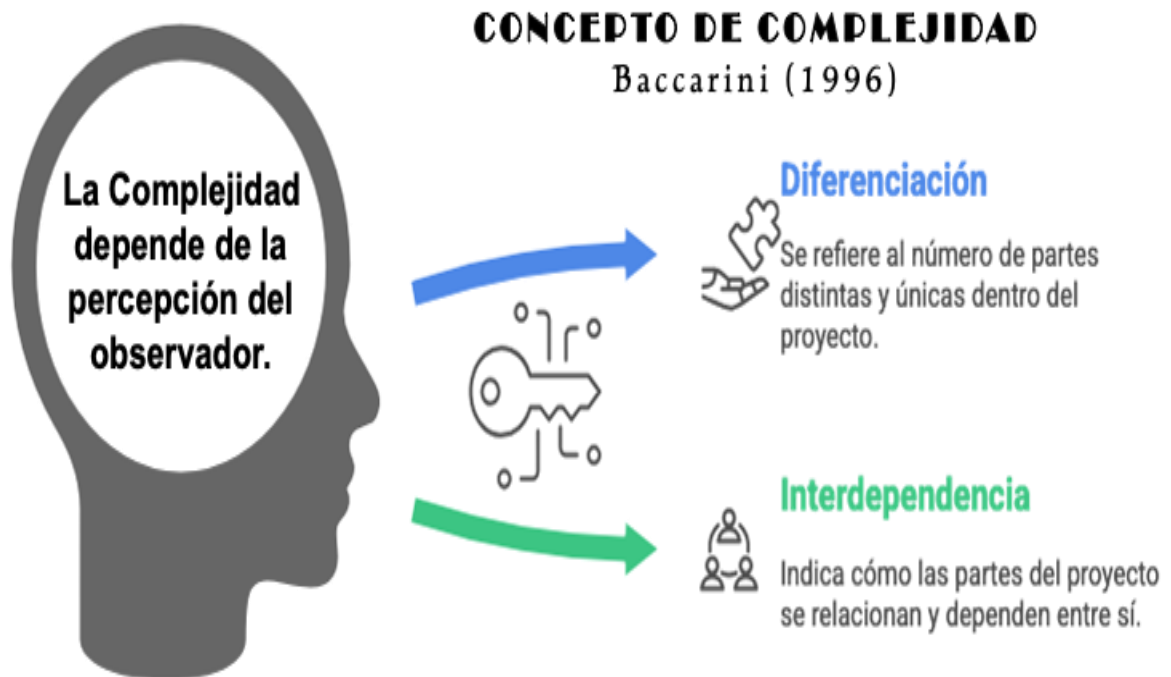
David Baccharini

Uno de los exponentes más destacados y citados en el ámbito de la complejidad de los proyectos. Baccharini (1996) sustentó sus aproximaciones sobre la complejidad sobre el marco teórico de diferentes aproximaciones, lo cual le permitió encontrar dos elementos dominantes en esta multiplicidad de conceptos. El primero de estos elementos, asociado a la definición descrita por la Real Academia Española (s.f.) donde se resalta que es: “la cualidad de estar compuesto por múltiples elementos o actores que se interrelacionan...”. En otras palabras, es la interconexión entre distintos elementos de un entorno. En el contexto de la gerencia de proyectos, esta interconexión se evidencia en la multiplicidad de stakeholders, quienes pueden presentar distintos niveles de influencia, participación e intereses frente al proyecto, sumado a los diferentes niveles de gobernanza de la organización.

El segundo elemento tiene que ver con la percepción de cada uno de estos actores, la cual no es la misma, ya que se ve influenciada por el nivel de participación, intereses o acceso a la información (Baccharini, 1996). Estos elementos mencionados impiden establecer un concepto o una visión única de la complejidad, lo cual conduce a tratarla en términos de incertidumbre. En tal sentido, Baccharini (1996) propone entender la complejidad del proyecto como la constitución de muchas partes que se interrelacionan y, por tanto, pueden combinarse en términos de diferenciación e interdependencia. Con base en estos elementos se genera el concepto presentado en la Figura A1. Donde se resaltan dos factores esenciales del concepto como son la diferenciación e interdependencia

Figura A1

Concepto de Complejidad de Baccarini (1996)



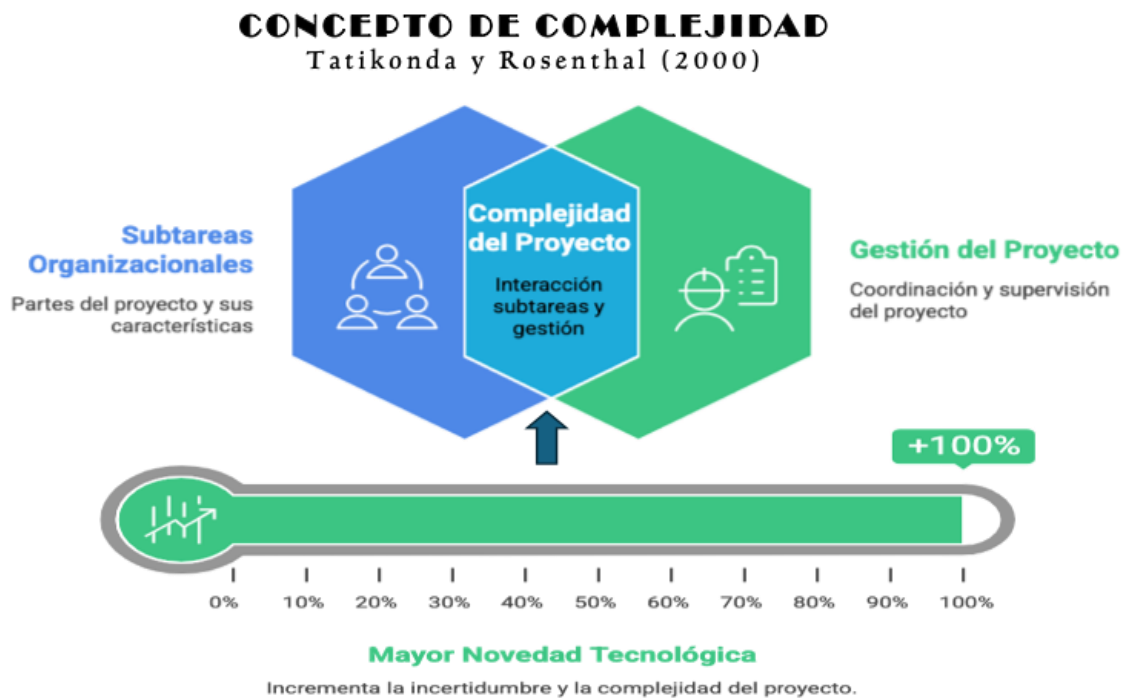
Nota. Elaboración propia a partir de Baccarini (1996)

Mohan V. Tatikonda y Stephen R. Rosenthal

Tatikonda y Rosenthal (2000) definen el concepto de la complejidad como la interacción entre las subtareas del proyecto, en la que se resaltan la naturaleza, la cuantificación y la magnitud de las subtareas organizacionales, así como su relación con la gestión del proyecto. Asimismo, se resalta que los autores proponen una hipótesis de la relación directamente proporcional entre la existencia de la complejidad y las novedades tecnológicas. En otras palabras, a mayor nivel de avance tecnológico, se incrementa la incertidumbre, generando un mayor nivel de complejidad. La Figura A2 ilustra el concepto expuesto, en el cual se resalta la relación entre la gestión organizacional y la gestión del proyecto. Además, evidencia que, a mayor innovación tecnológica, aumenta la incertidumbre y la complejidad.

Figura A2

Concepto de Complejidad Tatikonda y Rosenthal (2000)



Nota. Elaboración propia a partir de Tatikonda y Rosenthal (2000)

Esta hipótesis propuesta constituye un elemento importante para la configuración de este trabajo de grado, en lo relativo al componente de novedad tecnológica. En tal sentido, los submarinos incorporan equipos avanzados y sujetos a requerimientos técnicos detallados (Kim et al., 2015). En este contexto, un proyecto de adquisición de nuevas unidades submarinas deberá enfrentar un alto grado de novedad técnica, y por tanto, de acuerdo con la hipótesis planteada, un alto grado de complejidad. Esto permite identificar que la tecnología es una dimensión que deberá ser tenida en cuenta durante el análisis del modelo

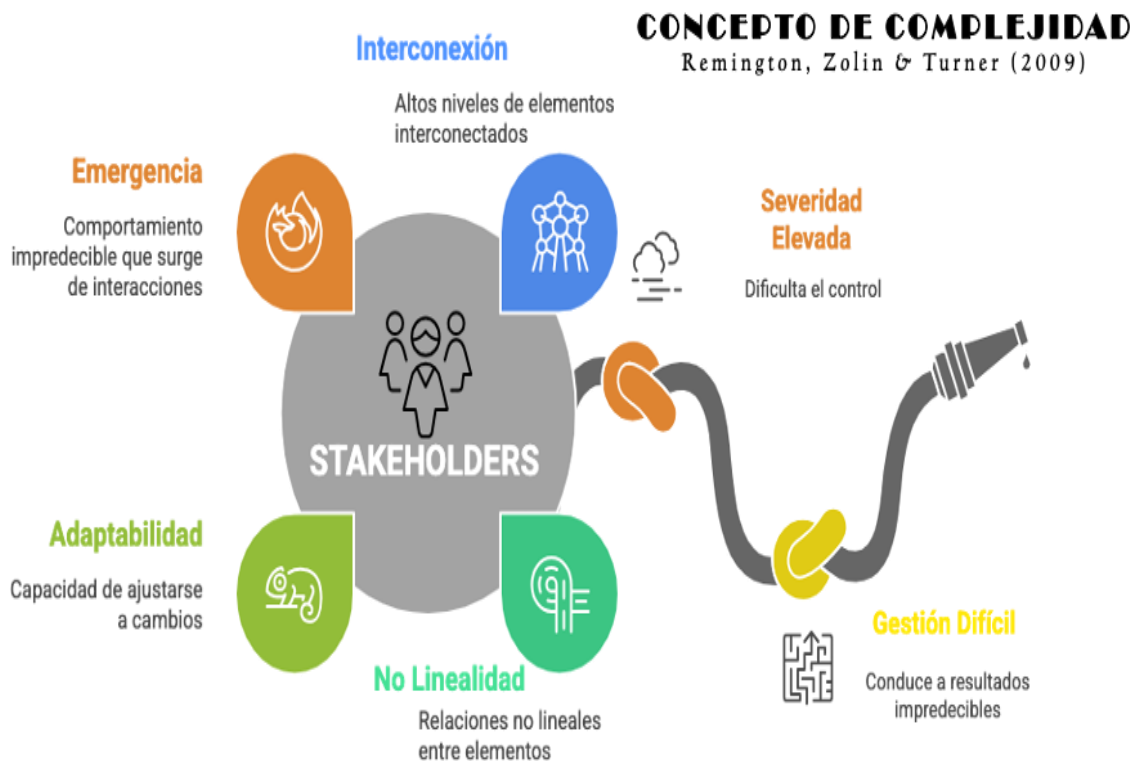
Remington Kaye, Zolin Roxanne y Turner Rodney

Remington et al. (2009) sostienen que un proyecto complejo se caracteriza por altos niveles de interconexión, no linealidad, adaptabilidad y emergencia. Este tipo de proyectos presenta un elevado número de elementos interconectados, lo que dificulta su control y gestión, dando como resultado ambientes poco predecibles. No obstante, los

autores, en su revisión de la literatura, determinaron que la gestión de este tipo de proyectos puede liderarse desde diferentes aproximaciones; una aproximación es desde la gestión de la incertidumbre, mientras que otra sugiere mirarlo desde la teoría de sistemas, a fin de comprender cómo cada factor o actor influye en el comportamiento global del proyecto (Remington et al., 2009). De esta definición se destaca el especial cuidado que se debe tener con la dimensión de los stakeholders en el modelo a proponer, ya que ellos son los generadores de la interconexión, como se muestra en la Figura A3.

Figura A3

Concepto de Complejidad Remington, Zolin y Turner (2009)



Nota. Elaboración propia a partir de Remington, Zolin y Turner (2009)

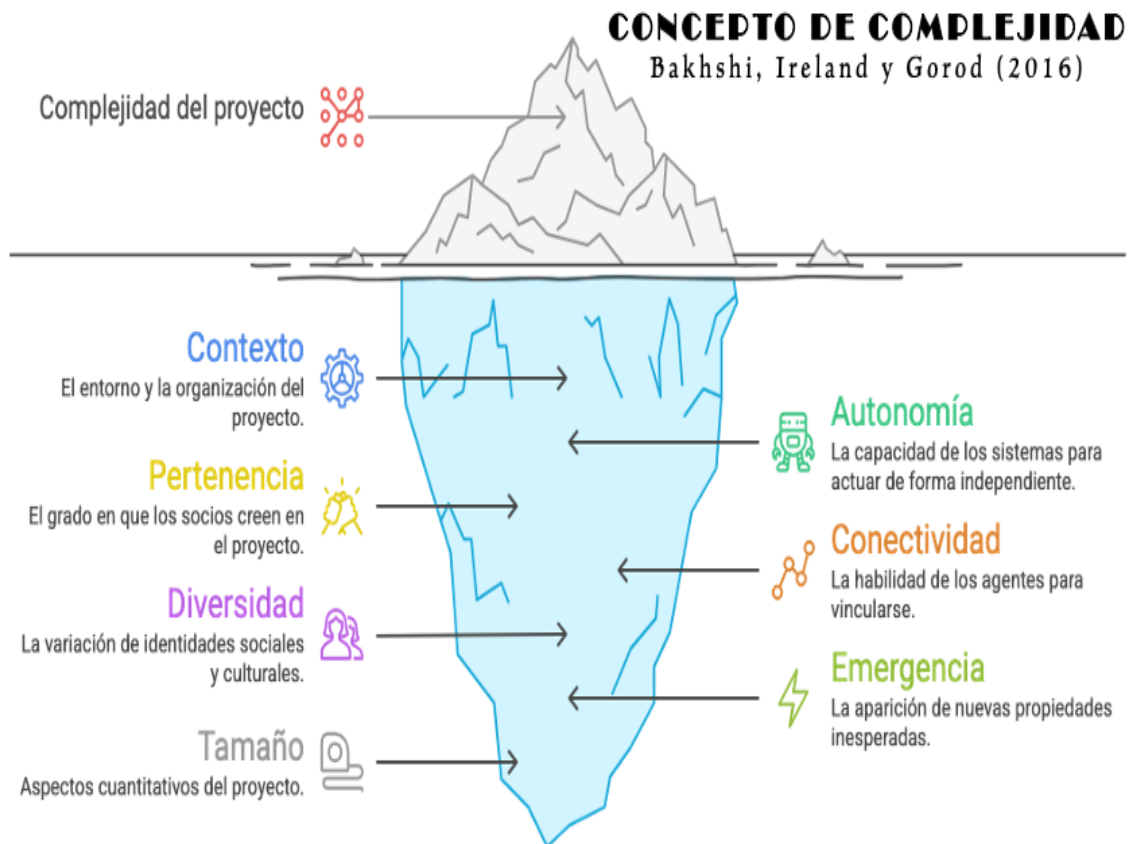
Bakhshi Javad, Ireland Vernon y Gorod Alex

Bakhshi et al. (2016), proponen una definición del concepto orientada a las relaciones de causa y efecto entre los elementos relacionados de un proyecto. De esta manera se propone por parte de los autores un modelo que nace de la visión compartida

de los conceptos dados por el Project Management Institute, el sistema de sistemas (SoS) y las teorías de la complejidad. Este modelo está constituido por 7 dimensiones, como son el contexto, la pertenencia, la diversidad, el tamaño, la autonomía, la conectividad y la emergencia. Asimismo, la investigación describe que se encontraron alrededor de 125 factores específicos que aportan de diferentes maneras a la complejidad del proyecto y puede que existan desde el inicio del proyecto, emerjan durante este o sencillamente no se hagan presentes. Estos factores están agrupados bajo las 7 dimensiones vistas. Los autores concluyen que la complejidad es una serie de interacciones que se dan dentro de un contexto específico, el cual tiene una serie de elementos con diferentes identidades y niveles de pertenencia, que pueden actuar de forma libre (Figura A4). Por lo tanto, esto podrá hacer que emerjan situaciones que atenúen o mengüen la complejidad.

Figura A4

Concepto de Complejidad Bakhshi, Ireland y Gorod (2016)



Nota. Elaboración propia a partir de Bakhshi, Ireland y Gorod (2016)

Se plantea que lo anterior contribuye a estructurar las dimensiones y factores a tener en cuenta para la configuración del modelo de complejidad a proponer. Por lo tanto, en el caso de estudio propuesto en este trabajo, se evidencia que el tamaño del proyecto es un aspecto a tener en cuenta, toda vez, que se puede catalogar de gran tamaño determinado por la elevada cantidad de stakeholders, la extensa duración y el alto nivel de inversión requerido. Sin embargo, cabe resaltar que la complejidad no es directamente proporcional al tamaño del proyecto, sino un resultado de la interacción y volatilidad de los factores asociados con antelación. Asimismo, este enfoque permite incorporar al análisis el impacto del contexto, el cual para este proyecto se ve desde el nivel nacional, dado por variables como la polarización política, las tensiones entre la inversión en defensa y seguridad (Barrios, 2022), así como la influencia de factores sociales. En conclusión, se puede decir que se sigue validando la complejidad inferida al proyecto de los submarinos.

Mirza Ehsan y Ehsan Naveed.

Otros autores consultados son Mirza y Ehsan (2017), plantean que la complejidad se genera por las interacciones existentes entre partes interdependientes, identificadas como las personas involucradas en el proyecto, los stakeholders, entre otros, y que se enmarcan dentro de organizaciones, leyes, gobiernos y otros actores, lo cual genera diferentes perspectivas sobre el mutuo entendimiento. Adicionalmente, estos autores destacan que a pesar de que los proyectos del sector de defensa son estratégicos, presentan un alto nivel de complejidad e implican inversiones significativas, la literatura sobre su gestión es escasa; solo unos pocos trabajos se han aventurado en este tipo de proyectos (Mirza & Ehsan, 2017).

Lafhaj Zoubeir , Rebai Slim, AlBalkhy Wassim, Hamdi Olfa y Mossman Alan

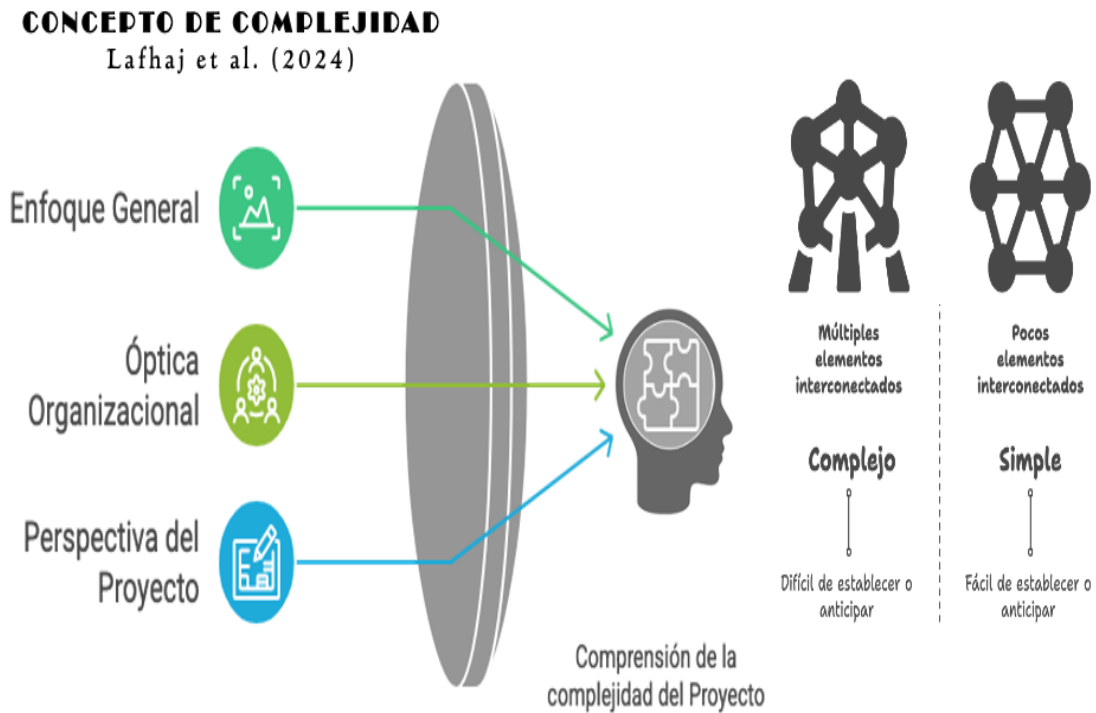
Lafhaj et al. (2024) proponen una metodología en su investigación orientada a la construcción de un concepto sobre la complejidad. La metodología está fundamentada en tres perspectivas: en primer lugar, desde un enfoque general, el cual busca primero determinar cuál es el entendimiento de la palabra complejidad, con el fin de estandarizar una visión. En segundo lugar, desde la óptica de las organizaciones o sistemas la cual busca ver cómo es la organización y la relación de sus sistemas internos. Por último,

desde la perspectiva de los proyectos, que analiza los desafíos técnicos y los propios del desarrollo. Para ello, los autores analizaron cuarenta y nueve estudios relacionados con el tema en discusión, identificando las palabras claves más recurrentes e influyentes, determinando qué las palabras que con mayor frecuencia se repiten en los estudios son: interdependencia, multipartes, comportamiento y dificultad.

Con base en estos hallazgos, los autores formulan su definición de complejidad como “Complexity results when there are numerous interrelated parts or components whose behavior is difficult to define or predict.” [La complejidad surge cuando hay numerosas partes o componentes interrelacionados cuyo comportamiento es difícil de definir o predecir.] (Lafhaj et al., 2024). Por tanto, el modelo propuesto por los autores (Figura A5) aporta a este trabajo, en primer lugar, resaltar la necesidad de construir un entendimiento común sobre la complejidad, en segundo lugar, tener en cuenta durante la construcción del modelo propio aspectos de gobernanza así como técnicos, para poder abordar aspectos relevantes que definen la complejidad.

Figura A5

Concepto de Complejidad Lafhaj et al. (2024)



Nota. Elaboración propia a partir de Lafhaj et al. (2024)

Esta sección, en la que se efectuó una revisión literaria, cumplió con el objetivo de analizar diferentes visiones sobre el concepto de la complejidad, y a su vez, diferentes perspectivas sobre los elementos propuestos por diferentes autores con respecto a la raíz de este carácter que algunos proyectos tienen. Con base en los criterios analizados como lo expone Lafhaj et al. (2024), lo primero es generar un concepto común sobre qué es la complejidad, por tanto se propone definir la complejidad en proyectos como la incertidumbre derivada de las múltiples interrelaciones entre las partes y sus respectivos ecosistemas, las cuales pueden afectar, de manera directa o indirecta, el desarrollo y/o los resultados esperados de un proyecto (Baccarini, 1996; Bakhshi et al., 2016; Lafhaj et al., 2024; Remington et al., 2009; Tatikonda & Rosenthal, 2000).

Apéndice B. Revisión de los Modelos de Complejidad.

Marco Cynefin

En el año 2000, se dio una primera aproximación de un modelo para el entendimiento y evaluación de la complejidad por parte de Dave Snowden, quien prestaba sus servicios laborales para *International Business Machines* (IBM). Snowden bautizó esta aproximación como marco Cynefin, palabra galés que hace referencia al “hábitat” o “lugar de pertenencia”, y sintetiza el deseo del autor de expresar que la complejidad hace parte del hábitat del proyecto y que se debe comprender dónde se encuentra el contexto de su origen. Por lo tanto, se construyó un marco para ilustrar y aplicar los principios de los dominios de complejidad a los entornos empresariales, mediante el análisis de la relación entre causa y efecto (Snowden & Boone, 2007) y la comprensión del contexto desde el cual se genera la complejidad y qué herramientas o acciones son más adecuadas para gestionar el proyecto. Como resultado, este modelo proporciona cinco hábitats donde se pueden enmarcar los problemas y la toma de decisiones. Este marco se presenta de forma esquemática en la Figura B1.

En el modelo presentado en la parte central se ubica el contexto o hábitat de desorden; en esta área en específico, se ubican aquellos proyectos en los que no existe ninguna luz o aproximación respecto al problema. En tal sentido, su delimitación o las rutas probables para su gestión no son claras; en otras palabras, no se tiene certeza sobre ningún aspecto relevante, solo ambigüedades (PMI, 2014).

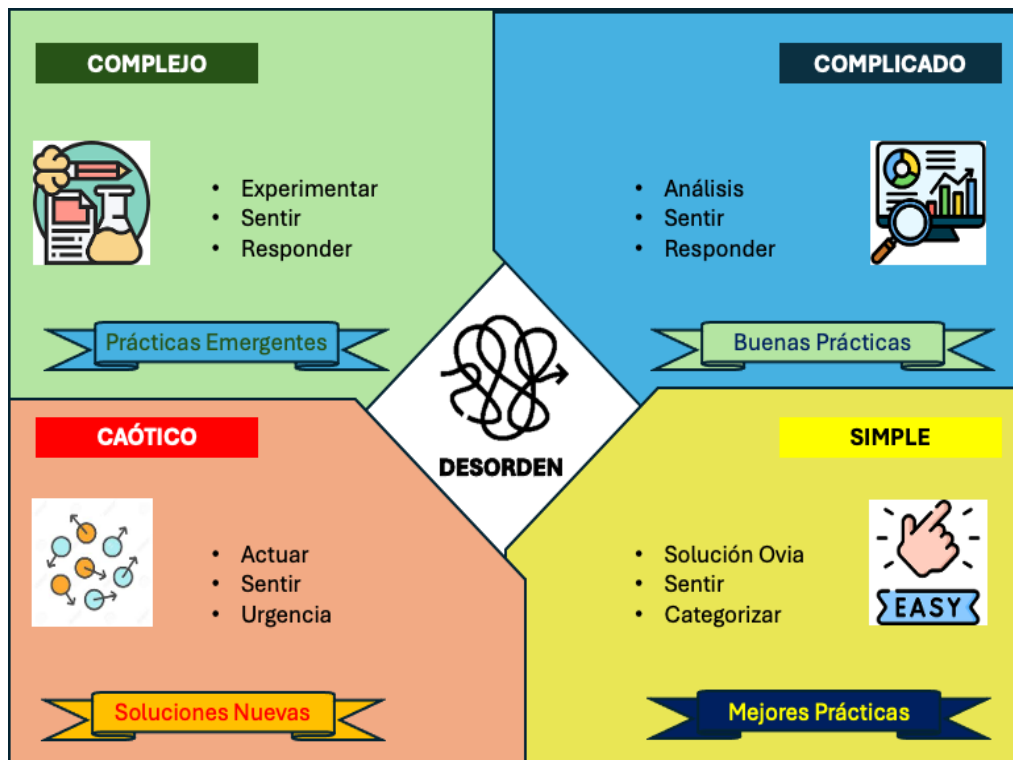
Por otro lado, en el contexto o hábitat simple, como su nombre lo indica, no hay ambigüedad y el entendimiento es completo; en otras palabras, se distingue cada elemento que compone el ecosistema del proyecto. Por lo tanto, la toma de decisiones es obvia; las relaciones entre los sistemas son básicas y las ambigüedades no se desarrollan con facilidad (Snowden & Boone, 2007). En esta circunstancia, es posible predecir, incluso prever lo que va a ocurrir y cómo solucionarlo, por lo que el modelo de gestión más apropiado se basa en la implementación de mejores prácticas.

En un contexto o hábitat complicado, se parte de que el resultado de la causa y el efecto no es evidente o fácil de predecir, por lo que es necesario efectuar un abordaje por medio de expertos que realicen un diagnóstico y formulen recomendaciones. Dado que existen múltiples formas de abordar los problemas y diferentes alternativas de solución, los resultados de tales análisis pueden llevar a varios cursos de acción (Snowden &

Boone, 2007; Williams, 2005). En este escenario, la gestión se apoya en la aplicación de buenas prácticas, que permiten orientar de manera estructurada la toma de decisiones y la resolución de los desafíos del proyecto.

Figura B1

Marco Cynefin



Nota. Elaboración a partir de *A Leader's Framework for Decision Making*

En el contexto o hábitat complejo, el modelo muestra la ausencia de relaciones claras que permitan inferir la causa y el efecto. En este orden de ideas, el autor se propone realizar pruebas, experimentar, observar la situación y responder con acciones concretas (Snowden & Boone, 2007). Si el experimento conlleva resultados óptimos, se replica; en caso de que los resultados sean negativos o no se evidencie reacción, se descarta y se continúa con nuevas experimentaciones. Este enfoque se identifica como la aplicación de prácticas emergentes (Snowden & Boone, 2007). Por último, en el contexto o hábitat caótico, la reacción y toma de decisiones deben ser inmediatas, ya que es necesario resolver la situación mediante estas decisiones rápidas y puntuales, sin dar lugar a la experimentación o a la consulta, toda vez que la prioridad es equilibrar el

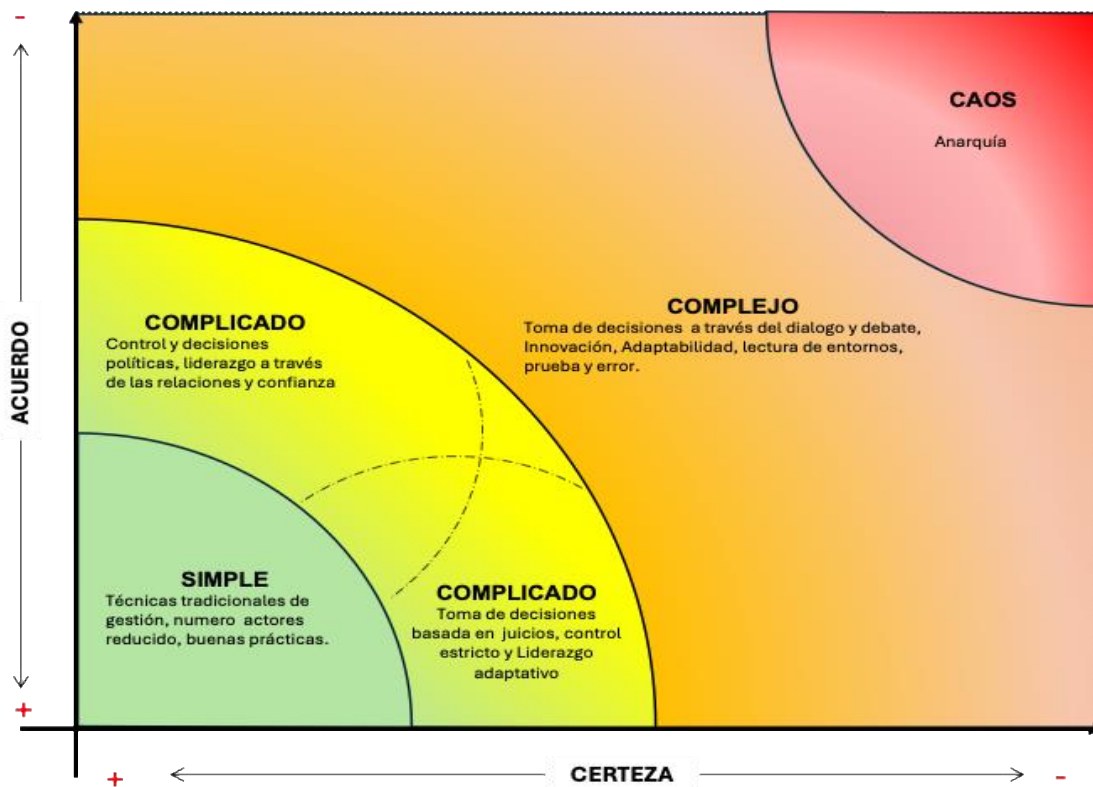
proyecto de forma inmediata. En este escenario, cualquier práctica que se implemente será innovadora.

Matriz Stacey

Es una herramienta de gestión estratégica y de toma de decisiones, al igual que el marco mencionado con antelación. Esta matriz contempla áreas donde se mueven los proyectos, pero difiere en que esta contempla solo dos dimensiones para determinar la complejidad de los proyectos y cuatro áreas de resultado, como lo muestra la Figura B2. En el eje X está el grado de certeza, que aumenta cuando los vínculos de causa y efecto se pueden determinar; en el eje Y, mide el nivel de acuerdo sobre un asunto o sobre una decisión (Stacey, 1996). Con base en estos parámetros, se determina, al igual que en el marco anterior, si los proyectos son simples, complicados, complejos o caóticos.

Figura B2

Matriz Stacey



Nota. Elaboración a partir de Matrix Stacey (1996)

Alineando lo descrito con la temática tratada en este trabajo, podemos concluir que la Matriz de Stacey (1996), para la gestión de proyectos del sector de defensa caracterizados por alta incertidumbre, múltiples interesados y fuertes condicionantes políticos, tecnológicos y estratégicos (Remington et al., 2009; Bland, 2013), presenta ventajas, en particular en aquellos asociados a la adquisición de activos estratégicos, proporciona un marco conceptual que permite comprender y clasificar el grado de complejidad en función de dos variables críticas (Rezende et al., 2022; Geraldí, 2011). En otras palabras, permite evaluar el nivel de certeza sobre los requisitos y el grado de acuerdo entre los actores involucrados.

Su evaluación y aplicación ofrecen un entendimiento sobre qué estilos de liderazgo y toma de decisiones son los más coherentes en cada caso para la gestión, evitando el uso de metodologías rígidas en determinados escenarios. Asimismo, su aplicación contribuye a mejorar la comunicación entre los distintos actores del proyecto, al ofrecer un lenguaje común para explicar la naturaleza de los desafíos y justificar la necesidad de enfoques adaptativos, iterativos o híbridos (PMI, 2021; Too & Weaver, 2014).

Project Profile Matrix

El Centro de Excelencia en Gestión de Proyectos utiliza una matriz de perfil o complejidad del proyecto, denominada PPM por sus siglas en inglés (Project Profile Matrix), para clasificar las iniciativas y determinar el nivel de rigor y supervisión necesarios. Dentro de dicha evaluación, se aborda el tamaño del proyecto visto desde tres perspectivas, como son la duración, los riesgos y el costo (Josey & England, 2009). Asimismo, esta matriz PPM evalúa la complejidad desde tres factores, como son la estructura del equipo, la importancia estratégica y la interacción con stakeholders; cada uno de estos factores será evaluado bajo cuatro niveles de complejidad, que van desde bajo hasta extremo (Josey & England, 2009). En la Figura B3 se presenta la matriz, la cual aportará como referencia para la futura construcción del modelo a proponer.

El análisis y la evaluación de la complejidad en los proyectos están vinculados a la gestión de requisitos y a su alineación con la gestión organizacional en la que se desarrolla el proyecto. Josey y England (2009) destacan que la complejidad no se origina únicamente en los alcances técnicos del proyecto, sino en la conexión entre los requisitos, los procesos organizacionales y los mecanismos de gobernanza que los

apoyan. En este sentido, la falta de claridad, estabilidad o trazabilidad de los requisitos incrementa la complejidad del proyecto, ya que introduce incertidumbre, retrabajo y conflictos entre los distintos actores involucrados (Geraldi et al., 2011; PMI, 2017). Por ello, la evaluación temprana de la complejidad debe considerar cómo se definen, comunican y gestionan a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Para el caso de estudio, Josey y England (2009) aportan a la contextualización de la complejidad y su intensificación cuando los proyectos se desarrollan en entornos organizacionales donde existen múltiples niveles de decisión, como es el caso del sector de defensa, y prioridades estratégicas divergentes, como es el caso del sector estatal que obedece a los contextos políticos del momento (Aaltonen & Kujala, 2016; Flyvbjerg, 2014). En concordancia, una adecuada evaluación de la complejidad permite anticiparse a los riesgos, seleccionar enfoques de gestión adaptativos y fortalecer la capacidad de la organización para gestionar proyectos en entornos dinámicos y emergentes.

Figura B3

Elementos de la Complejidad del Proyecto

Project Profile Matrix (PPM) - Section Project Complexity

Extreme	First of a Kind Technology / Complicated Retrofits / Highly Disputed Site Locations or Routes	Multiple T&M and Significant Self Perform	Stakeholders can include Board of Directors and External Agencies
High	First of Kind Application / Retrofits / Controversial Site Locations or Routes	Blend of T&M and Firm Price	Stakeholders can include Senior Management and External Agencies
Moderate	Newer Technology With Limited Operating Data / Multiple Tie-ins to Existing Assets / Greenfield Site	Lump Sum / Firm Price	Stakeholders limited to facility or department level personnel only
Low	Proven & Reliable Technology and Application / Existing Site and Minimal Tie-ins to Existing Assets	Turn Key	Minimal number of internal stakeholders
	Degree of Difficulty	Contracting Strategy	Stakeholder Engagement

Nota. Tomado de <https://www.pmi.org/learning/library/utilizing-project-profile-matrix-pm-requirements-10598>.

Modelo Delivery Environment Complexity Analytic (DECA)

El modelo de análisis de la complejidad del entorno de ejecución, más conocido como DECA, ofrece una visión general de los desafíos, la complejidad y los riesgos asociados con la ejecución de un proyecto. Este modelo propone analizar doce factores (Figura B4) que inciden en la complejidad del entorno de ejecución de un proyecto y, en consecuencia, en los riesgos que deben gestionarse para asegurar su culminación exitosa (Bakhshi et al., 2016; Floricel et al., 2016). Las revisiones de literatura existentes demuestran que estos factores o dimensiones constituyen indicadores recurrentes que se han identificado como piezas clave para lograr que un proyecto sea viable y exitoso (National Audit Office, 2022). Además, el último factor, la interconexión, debe evaluarse de manera transversal con respecto a todos los demás factores identificados.

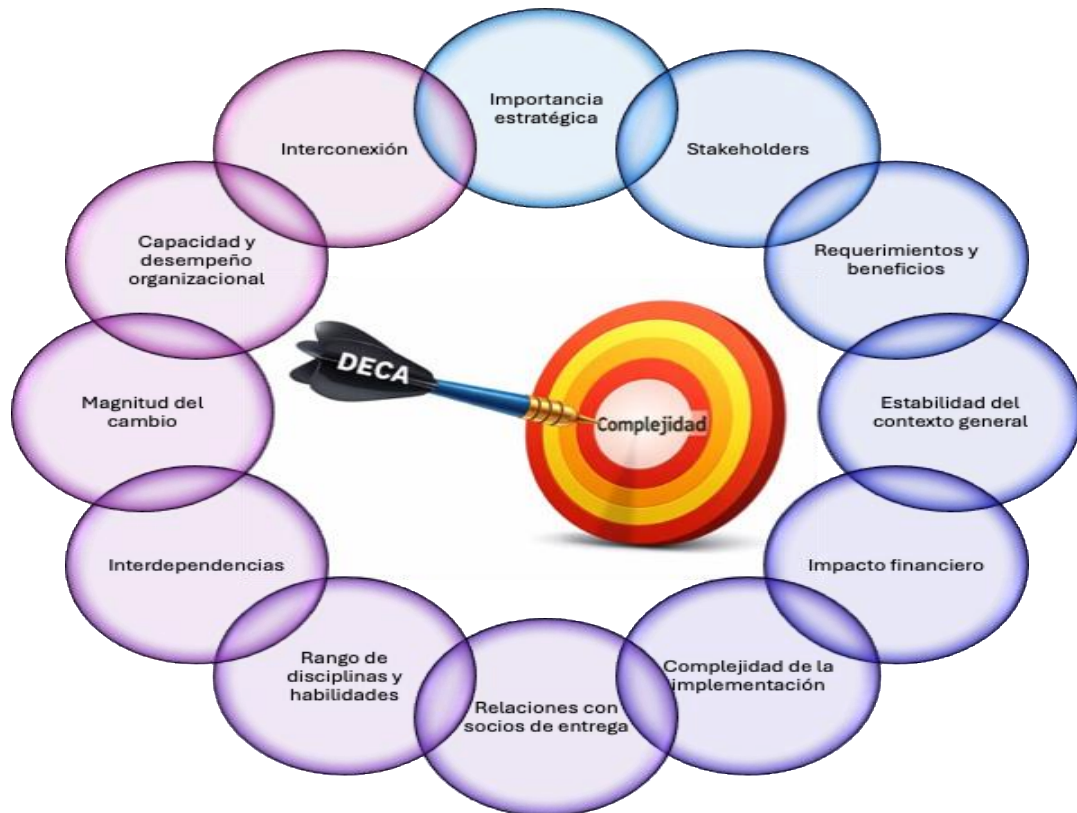
En la revisión detallada del modelo DECA, se identifican apartados que abordan los indicadores de alta importancia estratégica. Al alinearlos con el presente estudio, se evidencia que la adquisición de submarinos en el sector de defensa constituye un proyecto de alta complejidad (Saiz, 2015), dado que las políticas gubernamentales resultan críticas para la implementación de este tipo de iniciativas (Jennings & Hellyer, 2020). Asimismo, estos proyectos están vinculados al cumplimiento de objetivos estratégicos (Bland, 2013) y, en algunos casos, de obligaciones legales del Estado, debido a los elevados costos y a los extensos plazos de ejecución que los caracterizan. Este tipo de proyectos suele generar controversia y estar acompañado de expectativas muy elevadas en términos de resultados y beneficios, lo que incrementa de forma representativa las exigencias en materia de gestión y control (Hartley, 2003; National Audit Office, 2022). Ello se ve reforzado por su impacto en la opinión pública y por la intensa atención mediática, derivados tanto del carácter estratégico del activo en cuestión como del volumen de recursos públicos comprometidos

En conclusión, el desempeño de la ejecución del proyecto, medido en éxito o fracaso, tiene impactos que trascienden la organización que desarrolló el proyecto; en este caso, el impacto sería asumido por el Ministerio de Defensa Nacional y la ARC, afectando la credibilidad, percepción y nivel de aceptación que estas entidades han construido a lo largo de los años y que se representan en los altos niveles de favorabilidad y confianza ciudadana. Por lo tanto, la convergencia de estos indicadores, que presenta el modelo DECA, permitirá determinar si se configura un entorno de entrega con valores altos de complejidad (National Audit Office, 2022). En este sentido,

este modelo también realiza una contribución fundamental al marco conceptual de la construcción de un modelo propio que pueda ser aplicado al sector de defensa.

Figura B4

Factores de evaluación del modelo DECA.



Nota. Creación propia a partir de National Audit Office (2022).

Revisiting Project Complexity (Rezende & Blackwell)

Diversos marcos conceptuales han sido desarrollados a lo largo de la historia desde que Baccarini (1996) presentó una de las primeras definiciones de complejidad en los proyectos. Dichos marcos buscan apoyar a investigadores y profesionales en el análisis de la complejidad de los proyectos. Entre ellos, el *Diamond Framework*, introducido por Shenhar y Dvir (2007), se ha consolidado como una herramienta útil para la toma de decisiones y el análisis. Este marco propone una estructura en cuatro dimensiones, cada una con cuatro niveles, y se enfoca en características asociadas al producto del proyecto, tales como la complejidad estructural, la tecnología y el grado de

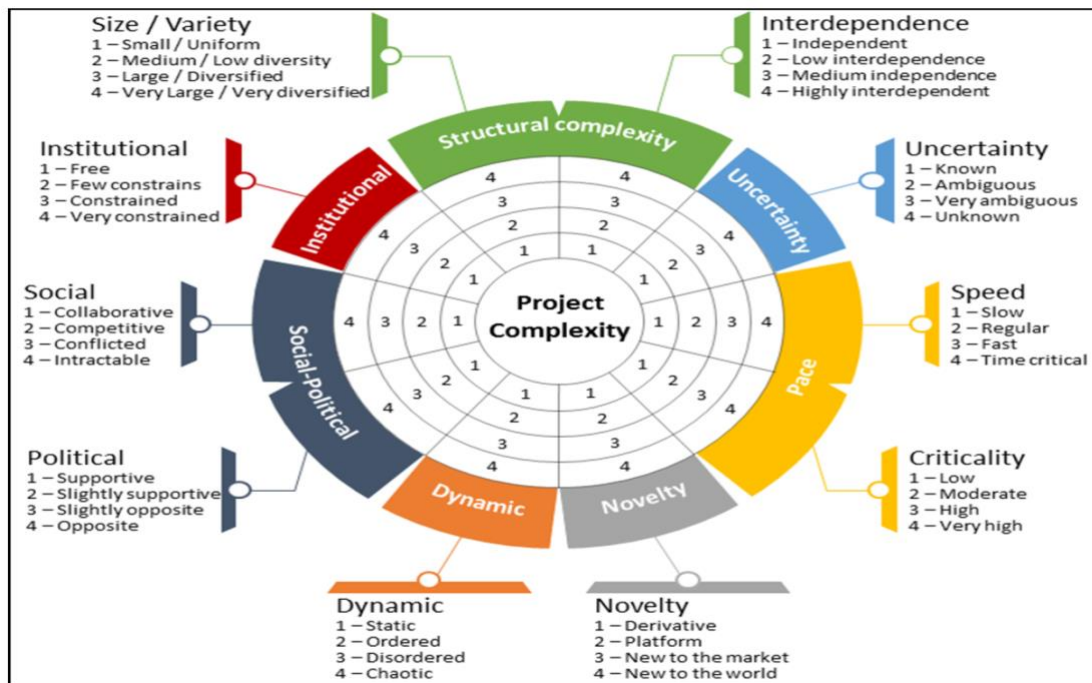
novedad.

Sin embargo, el enfoque original del *Diamond Framework* presenta limitaciones al centrarse en la incertidumbre tecnológica como principal fuente de complejidad. No obstante, la literatura reciente evidencia que la complejidad se manifiesta a través de múltiples dimensiones, impactando de manera diversa, dependiendo del contexto y los actores involucrados (Gerald et al., 2011; Rezende & Blackwell, 2019; Tatikonda & Rosenthal, 2000). Asimismo, la literatura describe que algunas dimensiones de la complejidad son subjetivas y dependen en gran medida del entorno que rodea al proyecto, así como de la subjetividad con la que el observador entiende el proyecto. En otras palabras, dependiendo del *stakeholder*, un mismo proyecto puede ser percibido de diferente manera y, por ende, tener un diferente nivel de complejidad (Efatmaneshnik & Ryan, 2016).

En respuesta a la problemática descrita, Rezende y Blackwell (2019) proponen ampliar el Diamond Framework mediante la inclusión de nuevas dimensiones de complejidad identificadas a lo largo de la revisión de la literatura realizada por los autores (Figura B5).

Figura B5

Marco de Complejidad de Proyectos Rezende y Blackwell (2019)



Nota. Tomado de Rezende y Blackwell (2019).

Sin embargo, la propuesta no ha buscado ninguna medida cuantificable de complejidad, sino que está destinada a ser una herramienta analítica para apoyar el debate, la comprensión y la comparación de diferentes tipos y niveles de complejidad presentes en los proyectos (Rezende & Blackwell, 2019). En tal sentido, esta propuesta contribuye a una toma de decisiones más informada y consciente del contexto por parte de los investigadores y de los profesionales de la gestión de proyectos. Asimismo, aporta un soporte académico al modelo que este trabajo pretende proponer.

Modelo Teórico de Complejidad de Proyectos

Dentro de la revisión de la literatura científica sobre aproximaciones y propuestas de modelos de complejidad, se presenta una propuesta que es construida para los sistemas de información propuesta por Joseph y Marnewick (2020), la cual se tiene en cuenta porque aporta valor y contexto a lo que se ha venido desarrollando sobre la identificación de las dimensiones, como aporte al marco conceptual para este trabajo. Joseph y Marnewick (2020) proponen un modelo de complejidad de proyectos fundamentado en un análisis de diferentes factores empíricos, con el objetivo de clarificar y estructurar un concepto que ha sido abordado de manera fragmentada en la literatura según sus conclusiones. El modelo identifica que la complejidad del proyecto no proviene de una sola arista, sino que es una construcción multidimensional compuesta por diferentes factores interrelacionados (Bakhshi et al., 2016; Remington et al., 2009). Estos factores, identificados por los autores, se agrupan en elementos técnicos, organizacionales y humanos, permitiendo diferenciar aquellos que presentan complejidad, afectando el desempeño y la gestión de los proyectos de sistemas de información.

El modelo resultante se presenta en la Figura B6 y presenta diez dimensiones en las que se centran los resultados de la investigación. Estas dimensiones fundamentan cómo la complejidad emerge de la interacción entre la organización estratégica del proyecto (Too & Weaver, 2014), la incertidumbre asociada a los cambios (Williams, 2005), la tecnología (Tatikonda & Rosenthal, 2000) y la complejidad social derivada de la participación de múltiples actores (Aaltonen & Kujala, 2016), gestión y liderazgo. Los autores concluyen, al igual que Rezende y Blackwell (2019), que en lugar de proponer una medición única de la complejidad, se debe plantear un marco que facilite su diagnóstico y comprensión, y así identificar qué dimensiones son predominantes en un

proyecto dependiendo de su especificidad. De igual manera, el modelo mencionado anteriormente contribuye a una toma de decisiones más informada al orientar la selección de enfoques de gestión acordes con el perfil de complejidad identificado.

Figura B6

Modelo Teórico de Complejidad propuesto por Joseph y Marnewick.

Organizational resource interdependencies	Uncertainty	Change management	Size
<ul style="list-style-type: none"> • Resource sharing • Multiple dependencies • Interconnectivity of tasks • High project interfaces • Dispersed teams/locations • Information system dependencies • Organizational interdependencies • Stakeholder interrelations 	<ul style="list-style-type: none"> • Uncertainty in scope • Uncertainty in methods • Task uncertainty • Uncertainty in project objectives • Technological uncertainty • Stakeholder uncertainty • Incomplete information 	<ul style="list-style-type: none"> • Change pressure • Number of changes • Scope of changes • Frequency of changes • Impact of changes • Change over time 	<ul style="list-style-type: none"> • Project team • Number of stakeholders • Number of locations • Project duration
Resource management	IS Project Complexity		Technological novelty
<ul style="list-style-type: none"> • Resource cost availability • Experience with similar projects 			<ul style="list-style-type: none"> • Novelty of technology • Experience with technology • Technical risks
Goal orientation	Organisational architecture	Location	Stakeholders management
<ul style="list-style-type: none"> • Number of goals • Goal alignment • Clarity of goals 	<ul style="list-style-type: none"> • Organisational structure • Organisational rules 	<ul style="list-style-type: none"> • Project conditions • Differences of location • Experience in country 	<ul style="list-style-type: none"> • Number of stakeholders • Level of stakeholder participation • Political influence

Nota. Tomado de Joseph y Marnewick (2020).

Apéndice C. Revisión de los Estándares de Gerencia de Proyectos.

Project Management Institute (PMI)

Como primera instancia, se revisará los aportes que el *Project Management Institute* (PMI) da respecto a la complejidad. Para esto se consultarán tres diferentes documento como son *Navigating Complexity: a Practice Guide* (2014), el PMBOK 7.^a edición (2021) y el PMBOK 8.^a edición (2025), que sirve de guía o marco para la gestión, gobernanza y control de los proyectos.

Navigating Complexity: a Practice Guide (PMI, 2014). PMI reconoce en la complejidad como un reto para el desarrollo del proyecto; por tanto, esto exige que se aborde con especial atención y un enfoque diferencial. En tal sentido, PMI desarrolló este documento, cuyo propósito es servir como una guía práctica para comprender y actuar de manera eficaz en entornos caracterizados por altos niveles de complejidad, incertidumbre y cambio constante. Este documento busca ser una guía que proporcione claves para la identificación de los factores que inciden en la complejidad del proyecto y para definir estrategias que apoyen su mitigación o gestión, con el fin de aumentar la probabilidad de alcanzar los resultados propuestos y los beneficios esperados. Esta guía aborda el concepto de complejidad a través de tres categorías principales, como se muestra en la Figura C1. Los pilares en los cuales se fundamenta esta propuesta son el comportamiento humano, la ambigüedad y el comportamiento del sistema. Cada uno de estos pilares a su vez están compuestos de factores que de una u otra manera aportan a la complejidad del proyecto.

También, esta guía presenta un cuestionario que permiten a la gestión del proyecto tratar de determinar la causa de la complejidad, y de esta manera tratar de entender el escenario o contexto donde se desarrolla el proyecto, con el fin de poder atender la complejidad mediante posibles acciones a desarrollar, lo importante de esta guía es su apoyo a la construcción de un plan de intervención, que será una de las últimas acciones que se deberá desarrollar después de la construcción del entendimiento del proyecto, la localización de la causa raíz y la demarcación del contexto donde se desarrolla.

Figura C1

Categorías de la Complejidad



Nota. Construcción propia a partir de “Navigating complexity: a practice guide”.

PMBOK 7.^a edición (2021). PMI mediante el PMBOK 7.^a edición (2021), presenta un abordaje de la complejidad en el texto mediante la sección “3.9 Navegando en la Complejidad”, donde se presentan los aspectos fundamentales para comprender este fenómeno. En primer lugar, esta sección resalta los pilares observados en la PMI (2014) previamente descritos (el comportamiento humano, comportamiento del sistemas y la ambigüedad). Eventos emergentes en estos pilares generan un entorno complejo, el cual puede surgir en cualquier momento del proyecto, ya sea a partir de eventos o de condiciones que afectan los elementos relacionados con su ejecución o con la consecución de los objetivos propuestos (PMI, 2021). Esta sección, enfatiza en cuatro factores de los que componen los pilares expuestos, donde la complejidad se manifiesta con mayor frecuencia, siendo la comunicación y control, la innovación tecnológica, la dependencias y las incertidumbres.

Por tanto, los equipos de proyecto deben contar con herramientas que les permitan gestionar el impacto y la magnitud de la complejidad. De esta manera, el PMBOK 7.^a edición (2021), en la sección del “Dominio de Desempeño de la Incertidumbre”, presenta un apartado sobre el trabajo o manejo que puede desarrollarse en un proyecto cuando la complejidad asoma. En la Figura C2 se presenta un diagrama esquemático de las herramientas propuestas por el estándar. La metodología del PMBOK 7.^a edición (2021) se caracteriza por ser abierta, no prescriptiva y fundamentada en principios. Aún más, esta edición busca resaltar la importancia de los fundamentos éticos, comunicativos y adaptativos como herramientas para los líderes de proyectos. Estos fundamentos aportan valor para enfrentar las dinámicas de la complejidad.

Figura C2

Abordaje de la Complejidad PMBOK, 7.^a edición (2021).



Nota. Elaboración propia a partir del PMBOK, 7.^a edición (2021).

Asimismo, hay un cambio en la aproximación sobre cómo dirigir y gestionar los proyectos, pasando de los modelos tradicionales que presentan rigidez a proponer un modelo basado en la adaptabilidad, sobre el cual gravite y se apoye la gestión (PMI,

2021). Tal como se describió, existen diversas maneras de conducir los proyectos; por tanto, pasa igual con el abordaje de la complejidad. Esto dependerá del nivel de riesgo existente, del grado de innovación y de la madurez del equipo, así como de las interrelaciones que se den a raíz del tiempo que dure la ejecución del proyecto.

El PMBOK 7.^a edición (2021) presenta la complejidad como un desafío que debe ser enfrentado, como ya se había dicho, mediante la adaptabilidad, la cual permite que la toma de decisiones valide diferentes aristas de las incertidumbres. Es decir, que las decisiones ya no sean rígidas, sino que por el contrario, sean el resultado de un análisis de diferentes aproximaciones que permite el poder amoldarse al entorno cambiante. En este sentido, el documento propone dos modelos como referencia para evaluar la complejidad: por un lado, el marco de referencia “*Cynefin*”, y por otro lado, la matriz de Stacey (1996), los cuales se describieron con anterioridad.

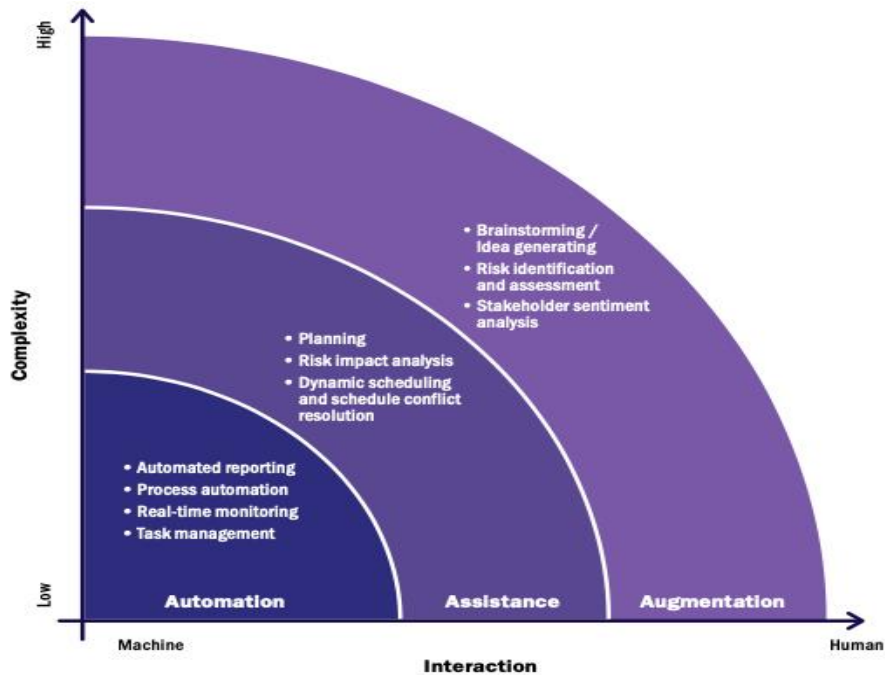
PMBOK 8.^a edición (2025). PMI presenta nuevos elementos introducidos en la octava edición del PMBOK (2025) referente a la comprensión de la complejidad. Esta nueva aproximación se basa en una visión fusionada de los aspectos de reconocimiento, evaluación y respuesta a las interacciones del sistema, así como en la capacidad de navegar por la complejidad. Por ende, esta edición incorpora un enfoque basado en la adopción de una perspectiva holística, que permite a la gestión ampliar su visión y comprender de manera integral las restricciones, interdependencias y cambios del entorno (PMI, 2025). De esta manera, PMI (2025) enfatiza la importancia de un liderazgo adaptativo en la dirección de proyectos, sustentado en el pensamiento sistémico y crítico, con capacidad para responder a la incertidumbre mediante la selección adecuada del enfoque predictivo, híbrido o ágil.

Otro aspecto relevante de la octava edición del PMBOK (PMI, 2025) es la incorporación de la inteligencia artificial, lo cual representa una actualización y un avance significativos al introducir en el contexto de los proyectos un tema contemporáneo que ha transformado sustancialmente la forma de ejecutar tareas (Goryunova & Yawson, 2025). No obstante, la IA no elimina la complejidad; contribuye a reducir tiempos y optimizar ciertas actividades, pero también introduce nuevos riesgos, asociados a la dependencia tecnológica y a los desafíos de gobernanza en su uso y aplicación. Asimismo, Canbul (2024) sostiene que la inteligencia artificial influye en la cultura organizacional, al impactar los procesos de interpretación, análisis y configuración de tareas. Con el propósito de contrastar el aprovechamiento de la IA con la persistente necesidad del

juicio humano, la octava edición del PMBOK (PMI, 2025) presenta la Figura C3, que ilustra casos de uso que evidencian este aspecto en contextos complejos.

Figura C3

La Complejidad y la Necesidad de Intervención Humana



Nota. Tomado del PMBOK 8.^a edición (2025)

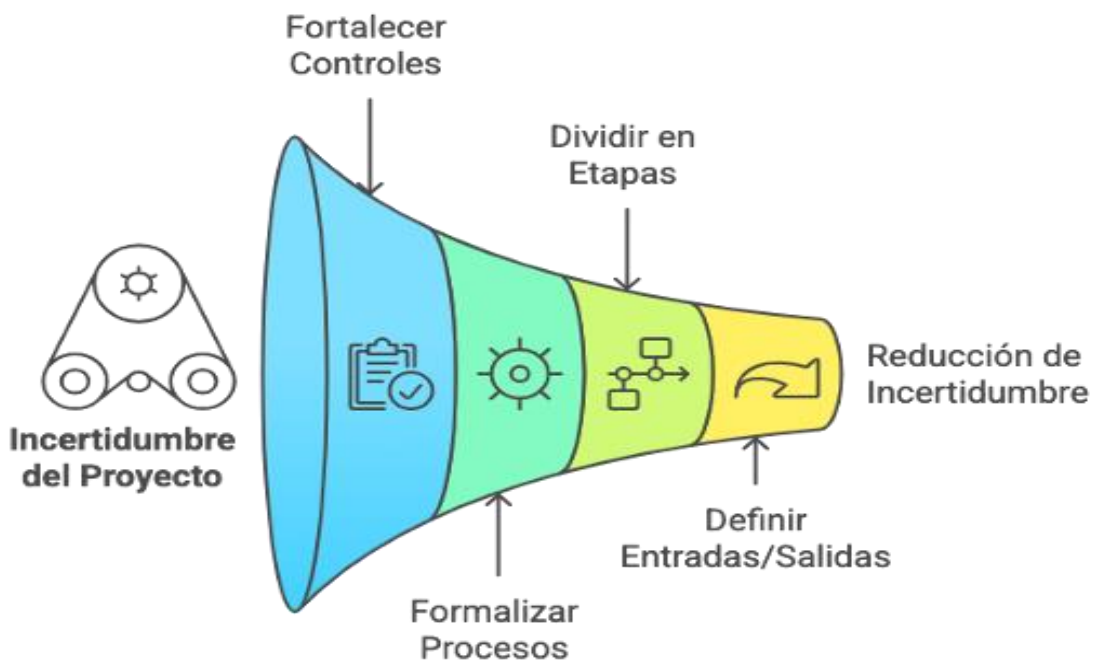
Como conclusión sobre el abordaje que ofrece el PMI en los documentos presentados, se puede decir que, se ofrecen lineamientos mediante un marco conceptual que permite entender y abordar los factores que logran generar cambios o afectaciones en el comportamiento de los proyectos dentro de grupos complejos, como es el sector público, en especial el de la defensa. Esto facilita el análisis del comportamiento humano ante la incertidumbre o ambigüedad durante todo el proyecto. Asimismo, las dinámicas de los sistemas y sus elementos que resultan relevantes en organizaciones de carácter estatal, donde los factores políticos y sociales inciden de forma significativa en la toma de decisiones. Analizar el proyecto de adquisición de un activo estratégico como el submarino, bajo estos lineamientos dados por PMI, obliga a pensar en qué interconexiones existen, qué elementos son dependientes de otros y cuáles aportan significativamente a las dinámicas del proyecto.

PRINCE 2

Al tratarse de una metodología estructurada para la gestión de proyectos, basada en principios, temas y procesos, no aborda la complejidad de manera explícita como lo hace el PMBOK. No obstante, PRINCE2 (AXELOS, 2017) se centra en reducir la incertidumbre (Figura C4) mediante el fortalecimiento de los mecanismos de control y formalidad, lo que contribuye a mitigar los efectos de la complejidad al trabajar en etapas manejables, con entradas y salidas. Su aporte radica en la aplicación práctica y la adaptación de los elementos descritos a diversos contextos organizacionales, lo que permite una aproximación concreta, flexible y dinámica para liderar distintos niveles de complejidad (AXELOS, 2017). El estándar ilustra la existencia de múltiples métodos para evaluar la complejidad en proyectos, los cuales califican el proyecto según diversos criterios para estimar su nivel de complejidad e identificar las áreas de mayores dificultades, resaltando el modelo desarrollado por la *National Audit Office* (NAO) del Reino Unido y conocido como *Delivery Environment Complexity Analytic* (DECA) el cual se explicará en la siguiente sección.

Figura C4

Reducción de la Incertidumbre PRINCE2



Nota. Elaboración propia a partir de PRINCE2

PRINCE2 (AXELOS, 2017) apoya el entendimiento de la complejidad en los proyectos mediante la presentación de ejemplos de esta en diferentes tipos de proyectos. Se inicia con un nivel bajo de complejidad, en el cual se ubican los proyectos simples, los cuales se parametrizan por costos y riesgos reducidos, hasta niveles altos de complejidad, en los que se clasifican los proyectos complejos. Estos últimos se caracterizan por ser fundamentales para el cumplimiento de objetivos estratégicos, por la alta cantidad de interacciones debido a la multiplicidad de stakeholders con diferentes niveles de influencia, por presentar requisitos ambiguos o por desarrollarse en contextos inciertos.

Adicional a las características mencionadas con antelación, existen proyectos que presentan inversiones significativas de recursos o generan productos nuevos o buscan la innovación. Por tanto, involucran múltiples actores, requieren una amplia gama de disciplinas y conllevan cambios organizacionales de gran alcance, lo que eleva su nivel de complejidad y exigencia en la gestión (Gerald et al., 2011). Para cada nivel, se expone cómo PRINCE2 (AXELOS, 2017). A través de la vía de tailoring, garantiza que el método de gestión aplicado resulte adecuado y que los mecanismos de control se ajusten a la escala, complejidad, criticidad, capacidades del equipo y perfil de riesgos del proyecto. En consecuencia, para obtener los efectos esperados, resulta imperativo clasificar el proyecto y así comprender el nivel de complejidad que lo caracteriza. (AXELOS, 2017).

PRINCE2 (AXELOS, 2017) resalta la importancia del papel del líder del proyecto, quien es el encargado de la aplicación del principio de “tailoring”, ajustando el enfoque y sus decisiones a las necesidades específicas del proyecto. La selección de la estructura organizativa con la que se atenderá el proyecto y la conformación del equipo de trabajo deben responder forma directa a la complejidad, la escala y las particularidades del proyecto (Turner, 2014). El líder debe evaluar de manera detallada las ventajas y desventajas de las diferentes opciones de estructurar su equipo, así como evaluar las responsabilidades y obligaciones de los nombramientos realizados y medir sus efectos en la eficiencia y eficacia del proyecto. Asimismo, el líder del proyecto debe organizar estratégicamente los mecanismos de interacción con los stakeholders para fortalecer la comunicación, gestionar los deseos y las previsiones, y reducir los niveles de incertidumbre a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En conclusión, PRINCE2 (AXELOS, 2017) percibe la complejidad desde una

visión multifacética, propia al proyecto y definida por factores como su tamaño, el nivel de riesgo, el grado de interacción entre stakeholders y la incertidumbre del entorno. Este estándar aporta el marco y la orientación requerida para identificar, gestionar y responder a la complejidad, a través de la cualidad de la adaptación, es decir, alinear la visión de la gestión con las necesidades específicas del proyecto. Esta aproximación aumenta las posibilidades de éxito, asegura la entrega de los beneficios esperados y garantiza el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Association for Project Management (APM)

Siguiendo en la revisión propuesta, se abordarán dos documentos producidos por la Asociación para la Gestión de Proyectos (APM), como son el *APM Body of Knowledge 7.ª edición (2017)* y el *Leadership: Responding to Complexity (2019)*. Ambos documentos aportarán a este trabajo conceptos y visiones compartidas que soportarán las dimensiones que se identifiquen y que refuerzan el modelo que se pretende desarrollar.

APM Body of Knowledge 7.ª edición (2019). La Asociación para la Gestión de Proyectos (APM) aborda el concepto de complejidad a partir de delimitar su definición, la cual se describe como el grado de interrelación entre los diferentes elementos que componen un proyecto, un programa o un portafolio. El estándar señala que la complejidad depende de factores como el nivel de incertidumbre, la interacción entre los grupos de interés y el grado de innovación del entorno del proyecto (Baccarini, 1996; Tatikonda & Rosenthal, 2000). En tal sentido, APM reconoce que la complejidad no es solo una característica técnica del proyecto, sino que constituye una propiedad emergente del entorno, de las interacciones humanas y de los sistemas organizacionales (Association for Project Management, 2019). Por ende, el estándar propone la gestión de la complejidad desde un enfoque integral y contextual. Aún más, da especial relevancia a que esta gestión debe ir enmarcada en competencias.

Desde el punto de vista del estándar de APM (2019), se propone que la complejidad no se aborde mediante estructuras de liderazgo tradicionales ni sistemas de gestión estáticos y universales. Por el contrario, propone responder a entornos complejos mediante marcos flexibles que se adapten al contexto local y a las especificidades de los entornos en los que se han desarrollado los proyectos (Association for Project Management, 2019). En Colombia, los proyectos del sector de defensa, requieren de

estos aspectos relacionados, toda vez que son proyectos creados en situaciones caracterizadas por sensibilidades políticas, restricciones financieras, regulación restrictiva, dependencia del desarrollo tecnológico externo y una multiplicidad de stakeholders, tanto nacionales como internacionales (OECD, 2021). En este sentido, en la medida en que los modelos de liderazgo y gestión pueden adaptarse a estas dinámicas locales, resulta esencial para el éxito de un proyecto.

En este orden de ideas, el enfoque de APM (2019) sobre la complejidad y la adaptabilidad ayuda a sustentar una base teórica sobre la cual estudiar cómo los proyectos de defensa pueden organizarse en procesos de toma de decisiones y de gestión adaptativa ante la evolución del entorno. Asimismo, se desarrolla la identificación de los mecanismos mediante los cuales la adaptabilidad es un componente crítico y esencial de APM para la gestión de proyectos complejos.

APM (2019), a través de la sección personas y comportamientos, hace referencia al concepto denominado “Navegando por la complejidad sociopolítica”, en la cual se describe cómo las dinámicas sociopolíticas y las interacciones entre las personas aportan a la creación de la complejidad de los proyectos. Por tanto, trabajar en proyectos exige la capacidad de cooperación entre personas, orientadas a la resolución de problemas bajo el marco de restricciones organizacionales, diversidad institucional y prioridades divergentes. En tal sentido, factores como la delimitación clara de roles, la coherencia cultural y el alineamiento entre patrocinadores y partes interesadas aportan organización y control para el éxito, aunque su consolidación puede verse dificultada por la complejidad del entorno (Association for Project Management, 2019).

En la misma línea, APM (2019) sostiene que la comunicación es fundamental para la generación de la complejidad, porque un mal empleo de este factor puede ocasionar conflictos y desequilibrios de poder. Para gestionar estos escenarios, es necesario comprender el proyecto como un sistema social compuesto por redes de influencia e intereses interdependientes, lo cual confirma lo expuesto en la introducción del marco teórico, basado en la teoría de los sistemas sociales de Luhmann (1977). En consecuencia, las estrategias más adecuadas para la gestión son promover la cooperación, el aprendizaje continuo y una respuesta flexible ante la aparición de la incertidumbre.

Leadership: Responding to Complexity (2019). En este documento APM aporta una visión muy importante sobre la transformación del sector público, lo cual se hace

necesario para hacer de esta manera frente a la complejidad. Este documento plantea que se debe hacer un cambio de enfoque del individualismo al enfoque de aprovechamiento del liderazgo de diferentes partes de la organización. Por lo tanto, propone un sistema basado en cuatro pilares (APM, 2019). Antes de iniciar con una descripción de estos pilares, es imperioso primero entender que el documento plantea que la complejidad afecta de forma directa el liderazgo del proyecto e identifica cuatro aspectos donde esto se puede ver.

El primer aspecto se conoce como los límites de la complejidad, que hacen referencia a las dificultades existentes al presentarse la no integración del conocimiento de las funciones de diferentes áreas. Esto genera una dislocación del entendimiento y apoyo común sobre políticas y estrategias. Como segundo aspecto, se relacionan los problemas de autoridad y muestra cómo esta ausencia puede afectar de forma negativa al limitarse o, en el caso contrario, cuando se concentra demasiado, lo que ocasiona cuellos de botella o afectaciones en la toma de decisiones. Como tercer aspecto, se presentan las visiones encontradas, aspecto que se da por la subjetividad con que un líder puede ver el proyecto o las actividades presentes, esto puede ocasionar múltiples visiones de un mismo tema, afectando la toma de decisiones y, por lo tanto, afectando la gobernanza al no compartir un mismo entendimiento. Por último, este aspecto son los cambios que emergen y los enfoca en cuatro posibles puntos de llegada, como son los cambios políticos, organizacionales, de implementación y tecnológicos; cada uno de estos puede causar efectos en los acuerdos preestablecidos, en la forma de trabajar o incluso en el abordaje que se dé entre etapas (APM, 2019). En la Figura C5 se presenta de manera esquemática estos aspectos.

Los pilares propuestos por APM (2019) para contrarrestar los aspectos mencionados, inicia con el "Punteo". Este punto hace referencia a la necesidad de crear zonas de intercambio donde se traslapen funciones y se pueda dar un cambio armonizado. Para esto, propone el uso de "Brokers", quienes buscarán un lenguaje común y permitirán un intercambio adecuado.

Como segundo pilar, es la respuesta a los problemas identificados con la autoridad; para esto, se propone el posicionamiento, el cual busca generar respuesta a los tres problemas de autoridad que se pueden presentar: el primero de estos es la falta de autoridad, para la cual se propone la influencia recíproca; como segundo problema, está la autoridad limitada, para la cual se propone la acción colectiva; y como último problema está la autoridad total, para la cual se propone liderazgo compartido y el de

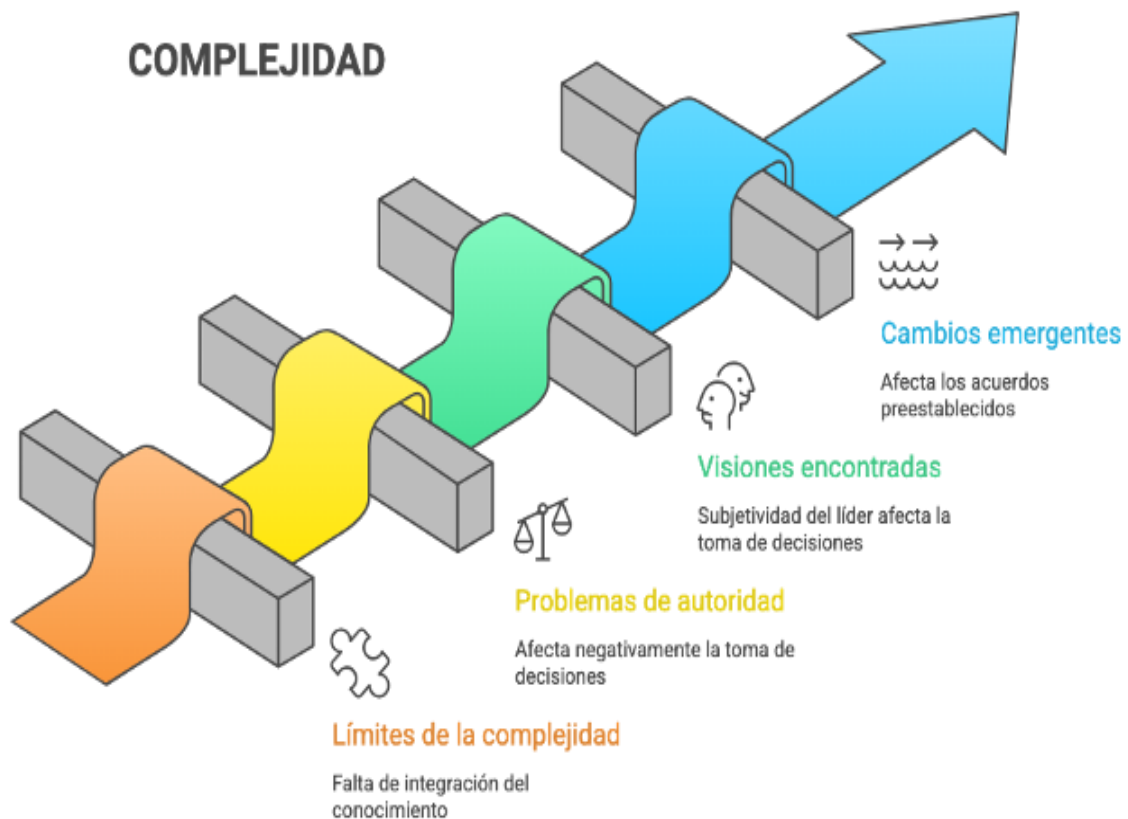
cascada.

El aspecto más importante a resaltar de este marco es que proporciona a la gobernanza del proyecto herramientas que permiten un trabajo sinérgico, que aportan más para hacer frente a la complejidad y permiten, que la organización se alinee de manera coordinada y propositiva ante los diferentes entornos dinámicos y los factores internos de la organización.

Como tercer pilar, está la legitimidad. Esta busca generar un sistema de formación de opinión entre los líderes de los diferentes niveles (estratégicos, tácticos y operacionales), mediante informar, sondear y hacer gala con el fin de lograr entendimientos comunes o visiones más cercanas que permitan mejores tomas de decisiones y mayor gobernanza.

Figura C5

Visión de la Complejidad de APM (2019)



Nota. Elaboración propia a partir de *Leadership: Responding to Complexity* (2017).

Por último, está la adaptación, que es la mejor respuesta ante los cambios que se puedan dar. En primer lugar, esta ocurre cuando se presentan cambios políticos, presupuestales o tecnológicos, para los cuales APM (2019) propone capacidad de absorción. Para el caso en que los cambios se den por la implementación, el liderazgo compartido será la herramienta para identificar amenazas y oportunidades comunes. La adaptación también puede abordarse mediante la traducción, que busca interpretar el contexto cambiante y sus impactos sobre el proyecto.

Australian Institute of Project Management (AIPM)

El *Australian Institute of Project Management* (AIPM) entiende la complejidad como una condición natural inseparable de los proyectos contemporáneos, sobre todo aquellos desarrollados en entornos volátiles y/o dinámicos, con multiplicidad de actores, alta incertidumbre e interdependencias desde los factores técnicos, organizacionales y humanos. Desde esta visión, la complejidad no se reduce solo al tamaño o al alcance del proyecto, sino que emerge de la interacción entre personas, procesos, tecnología y contexto. En la Figura C6, se presenta cómo la complejidad emerge de la interdependencia de los factores expuestos por AIPM. A diferencia de enfoques normativos o prescriptivos, AIPM (2025) enfatiza que la complejidad debe hacerse un seguimiento continuo de manera tal que se mantenga una gestión constante de ésta, toda vez que pensar en su eliminación es utópico, reconociendo que no todos los elementos pueden ser anticipados o controlados desde la planificación inicial. Por ello, promueve una comprensión temprana del entorno del proyecto, incluyendo factores políticos, sociales, culturales y organizacionales que influyen en su ejecución.

Durante la revisión literaria de cómo AIPM aborda la complejidad, se pudo evidenciar una alianza estratégica con el *Australian Resilience Centre* orientada a fortalecer la gestión del riesgo, la resiliencia y la capacidad organizacional en proyectos y programas, en contextos complejos y de alta incertidumbre. Bajo el entendido que los proyectos contemporáneos se desarrollan en entornos de alta incertidumbre, constante cambio y complejas interrelaciones, lo que limita la efectividad de marcos tradicionales donde prima la planificación y control (PMI, 2014; *Australian Resilience Centre*, 2025). Ambas organizaciones reconocen la complejidad como una propiedad emergente del sistema y destacan la necesidad de adoptar modelos de gestión flexibles y adaptativos.

Figura C6

Naturaleza de la Complejidad AIPM

La Naturaleza Interconectada de la Complejidad del Proyecto



Nota. Elaboración propia a partir de AIPM.

Los conceptos sobre la gestión de proyectos complejos de estas dos organizaciones aportan, por un lado, el crecimiento de la competencia profesional hacia el liderazgo adaptativo, el pensamiento sistémico y la toma de decisiones bajo incertidumbre, y, por otro, el desarrollo organizacional hacia la resiliencia a través del aprendizaje continuo y la capacidad de adaptarse a las disrupciones (*Australian Institute of Project Management, 2023; Australian Resilience Centre, 2025*). En ambas organizaciones, el aprendizaje y la creación de capacidad adaptativa emergen como necesidades estratégicas centrales para lidiar con nuevos y complejos entornos, y ambas visiones convergen para redefinir el éxito de los proyectos.

Apéndice D. Descripción de Dimensiones del Modelo MCS-D-AS

Dimensión de la Incertidumbre Estratégica. Esta dimensión se centra en factores externos de carácter geopolítico, gubernamental y presupuestal que generan desafíos para la continuidad del proyecto. Estos no son resultado del proyecto; tampoco se pueden controlar (Gerald, 2011; Hartley, 2003). Para el proyecto de adquisición de los submarinos, esta dimensión presenta una influencia significativa, ya que, al estar fuera del control del equipo del proyecto, se convierte en un desafío que puede surgir, por lo que se debe vigilar y reaccionar ante eventos en el entorno político, económico o de seguridad. La dimensión presenta tres factores que aportan a la complejidad. En primer lugar, se sitúa el factor presupuestal, que tiene el mayor peso relativo, con un 37 %, lo que implica que este factor presenta un elevado número de interacciones con diferentes elementos. En tal sentido, al presentarse un evento emergente en este aspecto, afectaría de manera contundente al proyecto. Para proyectos del sector de defensa que presentan largos plazos, Barrios (2022) y Liu et al. (2021) identificaron que este factor es un aspecto que tiene una relevancia significativa, sobre todo cuando se hace referencia a la incertidumbre fiscal o de financiación.

Los otros dos factores que comparte esta dimensión son las dinámicas geopolíticas y las decisiones gubernamentales. Estos dos factores tienen un peso incidente dentro de la dimensión del 32 % y del 31 %. La incertidumbre y la presión de estos factores pueden llevar a la reconfiguración de un proyecto. Uno de los casos que puede mostrar la influencia real de estos factores es el caso de la alianza entre Australia, el Reino Unido y Estados Unidos, llamada AUKUS, que se dio por reajuste en la política de defensa de Australia por la presiones del Indo-Pacífico, y que afectó el proyecto submarino (Saraswati & Indrawati, 2025).

Dimensión Complejidad Sociopolítica. Esta dimensión se refiere al conjunto de presiones, dinámicas y percepciones de los ámbitos políticos, sociales y electorales que influyen en la aceptación, la legitimidad y la gobernanza del proyecto. Esta dimensión, que forma parte de los desafíos del proyecto, incide en los procesos de toma de decisiones, en los niveles de apoyo institucional y en la exposición a controversias públicas. En el sector de defensa, su influencia se manifiesta en la politización del proyecto, el escrutinio público y la necesidad de gestionar equilibrios entre seguridad, transparencia y opinión pública.

La evaluación de la influencia y generación de incertidumbre de los factores dio

como resultado que la presión y la posición política presentan el mayor peso relativo con un 39 %, seguido por el factor social con un 35 %, mientras que el componente electoral representa solo el 26 %. Estos resultados muestran que la complejidad sociopolítica del proyecto tiene su mayor aporte por parte de las dinámicas políticas y sociales frecuentes. Esto supera el impacto cíclico que se produce durante las temporadas electorales. Este comportamiento descrito se expuso por parte de Blum (2021) y Lopes (2023), quienes señalaron que los proyectos estratégicos del sector de defensa están sujetos a procesos de politización, debate público y control social que van más allá de los periodos electorales formales.

Dimensión Dinamismo del Entorno. Se define como el grado de volatilidad y de cambio del contexto estatal, del mercado internacional y del marco legislativo que rodea al proyecto. Esta dimensión muestra la susceptibilidad del proyecto a la exposición a cambios normativos, restricciones comerciales, variaciones en la oferta tecnológica y transformaciones en las condiciones del mercado internacional (Saiz, 2015; Flyvbjerg, 2014). Su análisis permite anticipar riesgos derivados de un entorno cambiante y ajustar la planificación estratégica y contractual del proyecto. La dimensión se compone por tres factores, de los cuales el mercado internacional concentra el mayor peso, con un 39 %, seguido del entorno estatal, con un 32 %, y del entorno legislativo, con un 29 %. Esta distribución de pesos sugiere que las dinámicas externas e internacionales, tales como la dependencia de proveedores extranjeros, las restricciones comerciales y las variaciones del entorno económico global, representan el principal factor de volatilidad de la dimensión, por encima de las condiciones internas del Estado.

Dimensión Stakeholders. Teniendo en cuenta que en los proyectos puede existir una gran cantidad de actores, los cuales, al interactuar, imprimen complejidad al desarrollo del proyecto, ya sea por su poder de interferencia, nivel de participación en el proyecto o intereses sobre los resultados a obtener (Aaltonen & Kujala, 2016), se hace necesario abordar esta dimensión. Toda vez que dichas interacciones pueden llegar a generar afectaciones dentro de los procesos y dinámicas de toma de decisiones (Too & Weaver, 2014), que incluso pueden afectar la alineación de la ejecución con los objetivos estratégicos. En proyectos del sector de defensa, se presenta esta situación expuesta dado que se cuenta con múltiples interacciones entre los actores militares, estatales, industriales, empresariales y organismos de control, que dado a sus diferentes orillas de pensamiento y códigos de comunicación, pueden llevar a pérdidas de la alineación con los objetivos estratégicos.

Para el desarrollo de la evaluación de esta dimensión, se tienen en cuenta cuatro factores; durante la verificación de la influencia para determinar los pesos relativos de cada factor, se determinó que el factor de alineación de intereses tiene el mayor valor de participación, con un 29 %, seguido de la interacción entre stakeholders, con un 26 %. El nivel de influencia y poder obtuvo un 24 % y la cantidad de stakeholders fue el factor con menor ponderación, con un 21 %. Esta distribución de pesos en esta dimensión permite inferir que la complejidad organizacional del proyecto se encuentra más asociada a los factores de gestión de intereses, de relacionamiento y de desbalances de poder entre los stakeholders. Asimismo, se observa que el número de stakeholders puede llegar a afectar, pero no es un factor determinante, lo cual está incluido en los planteamientos y conclusiones del trabajo de Aaltonen y Kujala (2016).

Dimensión Restricciones Normativas y Fiscales. La formulación, la contratación y la ejecución del proyecto están sujetas a marcos normativos y fiscales que les imponen restricciones y afectan su flexibilidad. La dimensión se aborda, dada su relevancia, no como un desafío, sino como un requisito de cumplimiento estricto, dentro del uso de los recursos, las dinámicas laborales y las actuaciones de todo lo relacionado con el proyecto (Room, 2011; OECD, 2021). La comprensión de estos límites es fundamental para evaluar la viabilidad de diferentes actuaciones del proyecto, tanto en el marco institucional del Estado como en el de los principios y valores.

Esta dimensión está integrada por dos factores, los cuales, en el proceso de evaluación para determinar su relevancia en la creación de complejidad, presentan un comportamiento casi homogéneo. El marco normativo obtuvo un 51 % y las restricciones fiscales un 49 %. Estos valores evidencian que la incertidumbre de ambos factores ejerce influencias similares. La complejidad de la normatividad colombiana se presenta por los diferentes reajustes que ocurren; por ejemplo, las reformas tributarias o cambios del tratamiento arancelario, que genera tensión entre el sector industrial tanto nacional como extranjero generando ambigüedad. De igual manera, la estrechez fiscal, producto del endeudamiento estatal, ha tocado topes históricos, produce incertidumbre sobre la solidez estatal, que se trasladan al desarrollo de los proyectos generando zozobra sobre el cumplimiento de responsabilidades adquiridas.

Dimensión Seguridad de la Información. Esta dimensión se centra sobre el grado de complejidad que gira en torno a la sensibilidad de la información que se maneja entre distintos stakeholders a lo largo del proyecto, así como también, de los mecanismos necesarios para garantizar su protección y reserva. Uno de los aspectos

relevantes para los proyectos es la comunicación. Sin embargo, ésta puede verse afectada en gran medida por esta dimensión, toda vez que la información tendrá límites y niveles, lo que afectará en la toma de decisiones, el interrelacionamiento y control de algunos niveles de la organización (Perrow, 1999; Nussipova et al., 2024). Para este caso de estudio, que se centra en el sector de defensa, esta dimensión resulta crítica debido al impacto estratégico de la información comprometida.

En la evaluación de la dimensión seguridad de la información, se cuenta con dos factores: el primero de estos es la sensibilidad de la información, la cual fue evaluada con un peso del 51 %; el segundo factor, conocido como la protección de la información, obtuvo el 49 %. Esta leve diferencia muestra una mayor atención a la naturaleza estratégica y crítica de la información que se maneja en el proyecto. Por tanto, recibe una mayor atención por parte de los líderes del proyecto.

Dimensión Dependencia Tecnológica. Se define como el grado en que el proyecto depende de tecnologías, conocimientos y capacidades aportados por actores externos, generalmente internacionales (Rezende et al., 2022). Por tanto, se identificaron cuatro factores en los que se encuentran el origen de la tecnología, la transferencia, el soporte y el sostenimiento, así como el conocimiento y la apropiación tecnológica. Aquellos países que todavía no tienen independencia tecnológica presentan un incremento de la complejidad para la sostenibilidad operativa y la capacidad de mantenimiento del sistema a lo largo de su ciclo de vida (Hartley, 2003). En la adquisición de submarinos, esta dependencia constituye una fuente estructural de complejidad técnica y estratégica.

En la evaluación de pesos de los factores, se observó que los resultados presentan una distribución homogénea, con un 25 % asignado a cada uno de los factores. De acuerdo con el juicio de los expertos, la tendencia similar permite evidenciar que cada uno de los factores tenidos en cuenta genera las mismas incertidumbres sobre el desarrollo presente y futuro del equipo adquirido.

Dimensión Ciclo de Vida. El proyecto, a lo largo de su existencia, va presentando diferentes etapas de evolución; dicha evolución dependerá de muchos factores, tanto internos como externos. Sin embargo, los que más marcan esta evolución hacia la complejidad son la duración, la estructura de gestión y el contexto (Williams, 2005). Asimismo, a lo largo de este ciclo, el proyecto estará expuesto de igual manera a cambios estratégicos, tecnológicos y organizacionales, que para los proyectos del sector de defensa se atenúan por sus características de larga duración (Flyvbjerg, 2014). Por

tanto, su análisis permite evaluar la capacidad del proyecto para sostenerse y adaptarse a escenarios de cambio prolongado.

La dimensión Ciclo de Vida, de acuerdo a la evaluación hecha, demarca su tendencia a la complejidad por el factor de duración del proyecto, que presenta el mayor peso, con un 36 %, el factor del contexto en que se desarrolla este ciclo aporta un 33 %, y por último, las fases del proyecto, con un 31 %. En otras palabras, esta dimensión se ve afectada por la extensión temporal del proyecto y el contexto, que permiten su exposición prolongada a cambios estratégicos, políticos y tecnológicos, por encima de la estructura que se seleccione para gestionar el ciclo de vida.

Dimensión Necesidad de Adaptabilidad. Se define como el grado en que el proyecto y la organización requieren ajustar su gobernanza, liderazgo y procesos para responder a cambios estratégicos y contextuales. Esta dimensión influye en el proyecto al determinar su capacidad para absorber la incertidumbre, responder al cambio y mantener la alineación con los objetivos institucionales (Gerald, 2011). En entornos complejos, la adaptabilidad se convierte en un factor clave para la sostenibilidad del proyecto.

Finalmente, en la dimensión Necesidad de Adaptabilidad, el factor respuesta a los cambios estratégicos concentra el mayor peso, con un 53 %, frente a la capacidad de adaptación del proyecto, con un 47 %. Este resultado sugiere que la complejidad adaptativa se encuentra más asociada a la capacidad organizacional, de liderazgo y de gobernanza para reaccionar oportunamente frente a cambios estratégicos que a la flexibilidad operativa del proyecto en sí mismo (Association for Project Management, 2017).