

Trabajo Fin de Máster

DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE CALIDAD EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS Y PROGRAMAS DE SISTEMAS PARA LA DEFENSA

Roxana Cánovas Martínez

Director académico: Dra. Marta Torralba Gracia

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022



Agradecimientos

En agradecimiento a todos los que me han mostrado su apoyo en esta etapa, familia, amigos, compañeros del máster, compañeros de EXPAL SYSTEMS y miembros de la AI n° 32.

Gracias por cada consejo, por vuestro tiempo y por los ánimos.

Al DIRACA, Dra. Marta Torralba Gracia, por su paciencia, directrices y comprensión durante el desarrollo del TFM.





RESUMEN

La gestión del cambio y la adaptación a nuevos modelos de sistemas de gestión y metodologías de trabajo pueden acarrear cierta dificultad, sobre todo a la hora de implementar o actualizar nuevos conceptos y formas de trabajo, para los que los métodos convencionales no son suficientemente robustos. La industria del sector defensa está sometida continuamente a la evolución y cambios en las necesidades de la sociedad, siendo necesaria su continua actualización, mejora y crecimiento, principalmente en el desarrollo de nuevas tecnologías y proyectos.

La gestión de proyectos y programas, empleando indicadores de calidad, fomenta el desarrollo inherente de la calidad en el ámbito empresarial y organizacional, así como mejora la visibilidad, evaluación del desempeño y optimización de los procesos implicados en las diferentes etapas de los proyectos y programas.

En base a esta hipótesis de necesidad, se construye el objetivo de este trabajo describiendo las fases y etapas que se han llevado a cabo para lograr el objetivo final: desarrollar una metodología robusta y dinámica de definición de indicadores de calidad del proyecto, dentro del ámbito de los proyectos y programas de defensa, que sea un medio ágil y eficiente para integrar la calidad del proyecto y los requisitos del producto para cada proyecto, siendo capaz de definir los indicadores más adecuados para el alcance y los requerimientos, y cuyo objetivo global sea asegurar el éxito del proyecto y la satisfacción de todas las partes interesadas.

Para ello se define y estructura este método dentro de las etapas de gestión de la calidad en proyectos, de modo que sea coherente con la evolución global del proyecto, la información disponible en cada una de las etapas, las entradas y las salidas de los diferentes procesos y subprocesos implicados, obteniendo un diagrama de flujo de proceso y una descripción de la metodología de trabajo. Para alcanzar este objetivo, se ha llevado a cabo una investigación previa del entorno, sus necesidades y expectativas en el ámbito de la gestión de la calidad en proyectos y se han empleado diversas técnicas para sintetizar y dar forma a los resultados obtenidos, desarrollados en una serie consecutiva de etapas; que finalizan en el planteamiento final del método, dispuesto para validación final en proyectos reales.

Palabras clave

Indicadores, calidad, defensa, diseño, metodología.



ABSTRACT

Change management and adaptation to new models of management systems and work methodologies can lead to considerable difficulties, especially when implementing or updating new concepts and ways of working, for which conventional methods are not robust enough. The defence sector industry is continually subject to evolution and changes in the needs of society, being necessary its continuous updating, improvement and growth, mainly in the development of new technologies and projects.

The management of projects and programs, using quality indicators, promotes the inherent development of quality in the business and organizational field, as well as improves visibility, performance evaluation and optimization of the processes involved in the different stages of projects and programs.

Based on this hypothesis of necessity, the objective of this work is constructed by describing the phases and stages that have been carried out to achieve the final objective: to develop a robust and dynamic methodology for defining project quality indicators, within the scope of defence projects and programs, which is an agile and efficient means of integrating project quality and product requirements for each project, being able to define the most appropriate indicators for the scope and requirements, and whose objective is global ensure the success of the project and the satisfaction of all stakeholders.

To this end, this method is defined and structured within the stages of quality management in projects, so that it is consistent with the overall evolution of the project, the information available in each of the stages, the inputs and outputs of the different processes and sub-processes involved, obtaining a process flow diagram and a description of the work methodology. To achieve this objective, a preliminary investigation of the environment, its needs and expectations in the field of quality management in projects has been carried out and various techniques have been used to synthesize and shape the results obtained, developed in a consecutive series of stages; that end in the final approach of the method, ready for final validation in real projects.

KEYWORDS

Indicators, quality, defense, design, methodology



INDICE DE CONTENIDO

<i>Agradecimientos</i>	<i>I</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>III</i>
<i>Palabras clave</i>	<i>III</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>IV</i>
<i>KEYWORDS</i>	<i>IV</i>
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	<i>VII</i>
<i>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</i>	<i>VIII</i>
<i>1 INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
1.1 Antecedentes y motivación	1
1.2 Objeto de la investigación y ámbito de aplicación	3
1.3 Presentación de la estructura y partes que componen el trabajo	6
<i>2 Objetivos y metodología</i>	<i>8</i>
2.1 Objetivos y alcance	8
2.2 Herramientas empleadas	9
2.2.1 Método Delphi	9
2.2.2 Método AHP.....	10
2.3 Metodología	11
<i>3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO</i>	<i>13</i>
3.1 La dirección y gestión de proyectos	13
3.2 Gestión de la calidad en proyectos. Indicadores de calidad	14



4	DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	17
4.1	Desarrollo del método	17
4.1.1	Fase 1 – Estudio del Estado del Arte	17
4.1.2	Fase 2 – Elaboración del cuestionario sobre la percepción de los indicadores de calidad en proyectos	19
4.1.3	Fase 3 – Creación del Panel de Expertos.....	22
4.1.4	Fase 4 – Distribución de cuestionarios y recopilación de datos.....	23
4.1.5	Fase 5 – Análisis de resultados.....	23
4.1.6	Fase 6 – Evaluación y ejecución de n-ésima iteración, para n iteraciones definidas	23
4.1.7	Fase 7 – (Plantear como futura línea de trabajo) Diseño de herramienta mediante macros o programación en base a metodología AHP para la definición del Catálogo de Indicadores de Calidad específico para un proyecto o programa e Implementación en la Gestión de Proyectos y Programas de Sistemas para la Defensa	24
4.2	Análisis y resultados	24
4.2.1	Cuestionarios. Análisis y resultados	24
4.2.2	Diseño del método. Análisis y resultados	32
5	CONCLUSIONES.....	35
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de Trabajo Técnicas Delphi. Elaboración propia.....	9
Figura 2 Ejemplo de estructura jerárquica AHP. Fuente: El blog de Víctor Yepes (2018).	11
Figura 3 Esquema de planificación del TFM. Elaboración propia.....	12
Figura 4 Sectores industria española de defensa 2021 – 2022. Elaboración propia. (Fuente de datos: Catálogo industria española de defensa 2021 – 2022, 4ª edición).....	18
Figura 5 Resultados sobre percepción de la Calidad en proyectos.....	25
Figura 6 Resultados sobre percepción de los indicadores de calidad	26
Figura 7 Resultados sobre elementos críticos en proyectos	26
Figura 8 Resultados sobre utilidad en desempeño.....	27
Figura 9 Percepción de la presencia de indicadores en proyectos	28
Figura 10 Identificación de etapa clave.....	28
Figura 11 Cumplimiento de objetivos y acciones derivadas	29
Figura 12 Factores críticos de éxito	30
Figura 13 Análisis de áreas, procesos y parámetros	31



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Se indican, a continuación, las abreviaturas, siglas y acrónimos empleados en el TFM:

- AHP: Analytic Hierarchy Process (Proceso jerárquico analítico)
- AOC: Aseguramiento Oficial de la Calidad
- AQAP: Allied Quality Assurance Publications
- BTI: Base Tecnológica Industrial
- BTID: Base Tecnológica Industrial de Defensa
- DGAM: Dirección General de Armamento y Material
- DIRACA: Director Académico
- FAS: Fuerzas Armadas
- ISO: International Organization for Standardization
- OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte
- PDCA: Plan – Do – Check – Act
- PECAL: Publicaciones Españolas de Calidad
- PMBOK: Project Management Body of Knowledge
- PNT: Positioning, Navigation and Timing
- RAC: Representante del Aseguramiento Oficial de la Calidad
- SDG: Subdirección General
- STANAG: Standardization Agreement
- TQM: Total Quality Management
- TFM: Trabajo Fin de Máster



1 INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Fin De Máster (TFM) con título *Definición y análisis de indicadores de calidad en el ámbito de la gestión de proyectos y programas de sistemas para la defensa* tiene como objetivo la búsqueda de una solución ágil para los integrantes del proyecto, atractiva e integrada en el propio proceso de gestión de la calidad de un proyecto, que impulse el empleo de indicadores de calidad específicos a las características de cada proyecto o programa en el ámbito de la industria del sector defensa. A continuación se definen sus antecedentes y motivación del mismo, objetivos planteados, metodología seguida, resultados obtenidos y conclusiones finales.

1.1 Antecedentes y motivación

La gestión del cambio, la adaptación a nuevos modelos de sistemas de gestión y metodologías de trabajo no siempre son bien recibidos en empresas con arraigo a formas de trabajar que, en algunos casos, distan mucho de ser las más eficientes, aunque su eficacia esté probada. La introducción a la gestión de proyectos y programas, concretamente mediante indicadores de calidad, fomenta el desarrollo inherente de la calidad en el ámbito empresarial y organizacional, así como mejora la visibilidad, evaluación del desempeño y optimización de los procesos implicados en las diferentes etapas de los proyectos y programas.

La robustez del sistema de calidad de una empresa y el empleo de indicadores de calidad se ve reflejada en el producto o servicio que suministra, y en qué medida es capaz de cumplir con los requisitos del cliente. El ámbito de la industria de defensa es un sector habituado a ser puntero en innovación y en el empleo de tecnologías emergentes, destinatario de grandes inversiones y desarrollo de proyectos internacionales, siendo más que necesario adoptar el empleo de indicadores de calidad en la gestión de proyectos y programas de acuerdo con el tipo de producto o servicio facilitado por las empresas del sector.

Desde el inicio de la era industrial, los conflictos armados y la carrera armamentística moderna han marcado puntos de inflexión en el crecimiento y declive de naciones, determinante para conseguir posicionarse como la potencia dominante en su tiempo. Esta afirmación se encuentra alineada con el fenómeno adaptativo conocido como hipótesis o dinámica de la Reina Roja, formulada por el biólogo evolutivo y profesor estadounidense Leigh Van Valen en 1973, que proporciona una base conceptual para la discusión sobre las carreras armamentísticas evolutivas, entendidas en rasgos generales como una hipótesis que propone la necesaria adaptación continua al medio de un grupo de control definido, que en diversos ámbitos se puede identificar como población, para mantener el statu quo de su entorno.

Esta hipótesis apoya la evidencia de que la actividad industrial en el sector defensa ha ido desarrollándose en paralelo a los grandes hitos de la historia de los conflictos armados, permitiendo grandes avances tecnológicos que han sentado las bases de un sector consolidado y con gran implicación, clave en el desarrollo e impulso progresivo de la convergencia entre la investigación civil y militar.

En el contexto histórico acontecido en los últimos años, la crisis económica sufrida por Europa a partir de 2009 frenó los ciclos de inversión en defensa, las inversiones en nuevos sistemas de armas se congelaron, y el sector experimentó un cierto estancamiento. Durante este



periodo, otras grandes potencias mundiales experimentaron un crecimiento exponencial en el ámbito de la defensa debido al esfuerzo de inversión y desarrollo de nuevas capacidades militares, de modo que la inversión europea en el marco de la defensa se ha visto incentivada por la necesidad de alcanzar los niveles tecnológicos y capacidades adquiridas por otras potencias.

La globalización y los avances tecnológicos hacen que las amenazas proliferen rápidamente, se adapten, evolucionen, y estén cada vez más presentes en nuevos campos de desarrollo tecnológico reciente. Estas nuevas amenazas para la defensa que obligan a las Fuerzas Armadas (en adelante, FAS) a estar dotadas de nuevas y mejoradas capacidades militares que les permitan realizar estas actividades en situación de igualdad o superioridad técnica. En el contexto internacional del marco de desarrollo europeo, durante los últimos años el sector de la defensa ha ido adquiriendo un mayor apoyo, abriendo un nuevo panorama de oportunidades a la Industria Española de Defensa.

El escenario actual demanda inversiones constantes, para no frenar el crecimiento y poder seguir siendo competitivo en un ámbito cambiante y a veces hostil. Por otro lado, la seguridad de una nación o conjunto de naciones entendido como un todo, como es el caso de la Unión Europea o de modo análogo la OTAN, exige de una serie de compromisos y esfuerzos para llevar a cabo los objetivos planteados como necesarios y de interés para las FAS. La potenciación de la Industria de Defensa en los respectivos países del conjunto europeo y la OTAN afianza un sólido pilar sobre el cual cumplir con los requisitos anteriores.

Las inversiones en Defensa potencian la economía nacional y proporcionan a las Fuerzas Armadas del material necesario para desempeñar sus funciones de la mejor manera posible. El sector de defensa es un sector tecnológico puntero y exigente, cuya complejidad de las misiones de las FAS y la extrema dureza del entorno obligan a desarrollar sistemas tecnológicamente muy avanzados y de altas prestaciones.

El papel de la BTI (Base Tecnológica Industrial) en el proceso de I+D+i de defensa es fundamental ya que actúa como proveedora de las soluciones tecnológicas que necesita el Ministerio de Defensa y como enlace para que el desarrollo tecnológico presente en el ámbito civil se traslade a aplicaciones militares. La demanda de nuevas necesidades y capacidades enfocan al desarrollo del tejido industrial de defensa español como objetivo de inversión en I+D+i, en favor de la potenciación y mejora de las capacidades industriales y tecnológicas. La participación en estos programas incorpora avances tecnológicos de elevada complejidad y con exigencias de inversión y extensos plazos, pero que actúan como programas tractores de capacitación tecnológica para la Industria Española de Defensa.

Paralelamente a esta carrera armamentística, la búsqueda de la mejora de competitividad, estandarización y certificación a través de la calidad, inicialmente en un marco de enfoque a la gestión de la calidad en línea, se desarrolla y evoluciona durante el siglo XX hasta la gestión de la calidad fuera de línea actual, extrapolado a la organización y con apoyo de técnicas y metodologías complementarias surgidas a lo largo del siglo XX, como enfoque de gestión total de la calidad (TQM, Total Quality Management).

De acuerdo con la Guía de los Fundamentos para la Dirección De Proyectos (Guía del PMBOK®, 6ª edición), se entiende la gestión de la calidad de proyecto como el conjunto de procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad,



los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades y requisitos con los que se define. Se trabaja con el objetivo de asegurar que los requisitos del proyecto, incluidos los del producto, se alcancen y validen, extrapolando a la gestión de los proyectos y programas de sistemas para la defensa.

La calidad es un criterio de éxito que equilibra y relaciona a los elementos de la triple restricción: tiempo, coste y alcance, por lo que el incumplimiento de los requisitos de calidad puede tener consecuencias negativas para las partes implicadas (stakeholders) en alguna de las restricciones anteriores, en relación con la gestión de proyectos.

La calidad se puede definir de diversas formas, pero en todas ellas podemos ver la interconexión entre el cumplimiento de requisitos y la satisfacción del cliente, compatible con la definición, según la norma ISO 9001:2005, entendida como “Calidad es el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Como resultado del desarrollo histórico tanto en el ámbito de la calidad, como en los avances tecnológicos de la industria de defensa derivados de las necesidades de las FAS, es necesario definir una sistemática de control para la gestión de proyectos y programas.

Por tanto, definir una metodología adaptable a los diferentes sectores que abarca la industria de defensa, capaz de monitorizar el desempeño de los indicadores de calidad que se definan para cada caso particular, con el objetivo de minimizar las desviaciones respecto a la planificación establecida, facilitar la puesta en marcha de acciones correctivas apropiadas, mejorar el enfoque a cumplimiento pleno de requisitos y la satisfacción del cliente, dado el impacto económico, la criticidad de los proyectos y programas de defensa, así como el destino de uso final de las tecnologías desarrolladas, resulta fundamental para asegurar y alcanzar la tasa de éxito plena en cuanto a coste, tiempo, alcance y calidad.

1.2 Objeto de la investigación y ámbito de aplicación

El objetivo principal de este trabajo TFM es desarrollar una metodología robusta y dinámica de definición de indicadores de calidad del proyecto, dentro del ámbito de los proyectos y programas de defensa, que sea un medio facilitador de integrar la calidad del proyecto y los requisitos del producto para las partes, de modo que, para cada proyecto se definan los indicadores más adecuados para el alcance y los requerimientos, y cuyo objetivo global sea asegurar el éxito del proyecto y la satisfacción de todas las partes interesadas.

Para ello es necesario definir y estructurar este método como subproceso dentro de las etapas de dirección de proyectos, de modo que sea coherente con la evolución global del proyecto, la información disponible en cada una de las etapas, las entradas y las salidas de los diferentes procesos y subprocesos implicados.

Como planteamiento adicional al objetivo del TFM, se plantea probar en proyectos reales dentro de la empresa del sector del armamento y munición EXPAL SYSTEMS (en adelante, la empresa), la eficacia y eficiencia del método propuesto, empleando su estructura para obtener los indicadores generales más críticos de los proyectos de defensa, analizando la percepción de la calidad de los paneles de expertos definidos, dejando fuera del alcance los indicadores específicos para cada proyecto en base al objeto de suministro de los requisitos contractuales (producto o servicio).



El ámbito de aplicación de este trabajo se centra en las empresas de la Base Tecnológica Industrial de Defensa (BTID), dentro del marco nacional, bajo la aplicación de legislación y normativas comunes para el suministro de productos y servicios en el ámbito de los proyectos y programas de defensa. Se establecen los límites del alcance dentro del territorio nacional, aunque cabe la consideración de ser extrapolables al entorno OTAN, siempre y cuando se planteen y evalúen todas las posibles diferencias dentro del ámbito de la dirección de proyectos, por ende, necesarios de adaptación a las circunstancias del entorno.

Las principales características de la BTID son:

- Compañías líderes en ciertos nichos de mercado y excelencia.
- Empresas privatizadas en su mayoría.
- Oferta competitiva, fiabilidad y mantenibilidad propias.
- Se encuentran dentro del tejido de cooperación y estándar internacional, con presencia en programas y liderazgo por áreas.
- Alta presencia internacional.
- Presentan un potencial de crecimiento y desarrollo tecnológico equiparable al entorno europeo.

Los sectores que abarca la BTID son Terrestre, Naval, Aeroespacial, Armamento y munición, Electrónica, comunicaciones y TIC; Logística, auxiliar y servicios, y Consultoría e ingeniería. Su papel es fundamental en el proceso de I+D+i de defensa como proveedora de soluciones tecnológicas que cubran las necesidades de Ministerio de Defensa, así como puente entre el desarrollo tecnológico presente en el ámbito civil y sus posibles aplicaciones en el sector defensa. De este modo, se favorece la inversión tanto pública como privada a escala nacional y permite el avance, crecimiento y desarrollo del ecosistema de innovación.

Es de suma importancia a la hora de dirigir un proyecto o programa de defensa conocer donde se encuentran las principales dificultades a las que se enfrenta la industria de defensa. Para el desarrollo del TFM ha sido necesario identificar, en base a la situación actual de las BTID del sector del armamento y la munición concretamente, las principales barreras para el desarrollo de las capacidades tecnológicas de interés para la defensa por parte de las BTID:

- Acceso a la información. Debido a las características del ciclo de planeamiento de la Defensa y los criterios de seguridad de la información, la BTID no tiene acceso a los detalles de las necesidades de las FAS a corto, medio y largo plazo.
- Acceso a los requisitos. No se dispone del conjunto de requisitos formulados en términos de operatividad, funcionalidad, técnicos, logísticos y físicos que deben cumplir los sistemas, productos y servicios
- Acceso a los medios de prueba, con limitaciones de accesibilidad para las BTID.
- Acceso a los entornos operativos de validación. En estos casos, las BTID pueden ser capaces de desarrollar una tecnología, sistema, servicio o producto, pero su principal riesgo de proyecto materializarse en las etapas finales por disponibilidad o acceso a los



medios adecuados.

A continuación, se identifican los principales ámbitos de mejora de competencias a los que van orientadas las líneas de I+D+i de las BTID, potenciadas por el Ministerio de Defensa:

- Empleo de sistemas remotamente tripulados terrestres, navales y aéreos.
- Crecimiento masivo del número de sensores desplegados interconectados en redes, capaces de proporcionar gran cantidad de datos.
- Aumento de la dependencia de medios de comunicaciones y de señal de posicionamiento, navegación y sincronismo (PNT) en plataformas, armamento y combatientes.
- Protección frente a ciberataques.
- Protección física frente a armas de alta letalidad y ciclo de detección y destrucción de objetivos corto.
- Control del espacio ultraterrestre.
- Nuevas técnicas de simulación para preparación de soldados y multiplicación de efectos en operaciones, orientado a la mejora de la protección y potenciación de capacidades.
- Aparición de nuevos tipos de armas de energía dirigida, crítico para sistemas software y electrónicos embarcados.
- Mejora en medios de detección, identificación, monitorización y protección ante amenazas de diversa índole.
- Mejora de la precisión del armamento y la munición convencionales.
- Minimización del impacto ambiental de las FAS en misiones de baja y media intensidad.

Es relevante tener en cuenta dentro del ámbito de aplicación del objeto del presente trabajo que, como consecuencia de la entrada de España en la OTAN, son de aplicación los acuerdos y doctrinas en materia de calidad; en consecuencia es de aplicación el STANAG 4107, ratificado por las naciones OTAN implicadas en la adquisición de material de defensa, referido a la "aceptación mutua del Aseguramiento Oficial de la Calidad (AOC) y uso de las normas APQP (Allied Quality Assurance Publication)" y establece el modo de actuación para la delegación de las actividades de AOC relacionadas con el contrato, el desarrollo de las actividades de AOC dentro de la industria, fundamentalmente por el Representante del Aseguramiento de Calidad del Ministerio de Defensa (RAC), designado por la DGAM para cada contrato particular.

La figura del RAC tiene, por tanto, implicación directa a la hora de transmitir información de los requisitos y exigencias del contrato bidireccionalmente, y debe ser figura presente durante las etapas del proceso de gestión de la calidad del proyecto o programa de defensa.

Uno de los principales objetivos del presente trabajo consiste en que la metodología de trabajo para la definición de los indicadores de calidad de proyectos o programas generada sea extrapolable a las empresas del sector y capaz de mantener alineados los objetivos del sistema de calidad de las empresas del BTID con los de la Subdirección General de Programas, indicados a continuación:



- Satisfacer al usuario final a través del cumplimiento de los requisitos de los sistemas de armas y equipos integrados, de acuerdo con los presupuestos y plazos establecidos.
- Fomentar un clima de cooperación y confianza mutua con contratistas y otras partes interesadas.
- Incrementar la eficiencia de los procesos de gestión implantados en la SDG Programas.
- Capacitar, formar y motivar al personal para avanzar en la especialización del equipo de trabajo.
- Retener y compartir el conocimiento obtenido en base a la experiencia en la gestión, seguimiento y control del conjunto de programas establecidos en la ADG Programas.
- Aumentar la cohesión y la concienciación de todo el personal de la Subdirección General para trabajar conjuntamente en la consecución de los objetivos.
- Promover la mejora continua en toda la organización.

Tras el análisis del campo de aplicación del presente trabajo y las características que componen al sector, establecer la metodología propuesta debe garantizar los siguientes puntos dentro de los proyectos y programas de defensa:

- Seguimiento y evaluación de la tasa de cumplimiento de los requisitos del cliente.
- Evaluación de la tasa de éxito de los indicadores definidos.
- Mejora de la imagen corporativa al alinear la calidad medida con la percepción del cliente.
- Mejora en la eficiencia de recursos.
- Alineación de los objetivos de cliente con la política de calidad de las empresas del sector.
- La robustez del control y la calidad de un proyecto o programa aumenta las garantías que percibe el inversor.
- Alta importancia de control individual de los proyectos, cambiantes y poco repetitivos; se justifica la inviabilidad de extrapolar todos los indicadores entre proyectos.

1.3 Presentación de la estructura y partes que componen el trabajo

El documento se ha estructurado en cinco apartados:

En el primer capítulo, "Introducción", se describen el objeto de la investigación, el campo de aplicación y el entorno, y se introducen brevemente los contenidos del documento.

En el segundo capítulo, "Antecedentes y marco teórico", se introduce la dirección y gestión de proyectos y, en mayor detalle, la gestión de la calidad en proyectos.

En el tercer capítulo, "Objetivos y metodología", se definen los objetivos del presente trabajo, el alcance y la metodología que se emplea para el desarrollo de este y la obtención de conclusiones, así como la definición de las hipótesis iniciales del trabajo.



En el cuarto capítulo, “Desarrollo: análisis y Resultados”, se expone el contenido del trabajo realizado para estructurar la metodología de definición de indicadores propuesta en base a las ideas principales y secundarias, detallando los procesos y la presentación de datos para justificar los resultados en base a las hipótesis planteadas.

En el quinto capítulo, “Conclusiones”, se exponen las conclusiones de la investigación, así como las posibles líneas de futuras investigaciones. Se hace una revisión de los principales aspectos tratados en los capítulos anteriores y muestra las principales aportaciones del trabajo.

Por último, el documento se complementa con la “Bibliografía”, donde se indican la relación de las referencias empleadas en la investigación, principalmente libros y artículos académicos, y por último se incluyen los “Anexos”.

Con esta investigación se propone facilitar al Responsable de Proyecto la tarea de monitorizar y controlar los proyectos a partir de la generación de indicadores de calidad, definidos, analizados, consensuados y validados en escalabilidad a las circunstancias de los proyectos y programas de adquisiciones de sistemas para la defensa, mediante la metodología ágil de definición de indicadores de calidad objeto del presente trabajo.



2 Objetivos y metodología

2.1 Objetivos y alcance

El objeto de este trabajo se centra en la búsqueda de una solución atractiva e integrada en el propio proceso de gestión de la calidad de un proyecto, que impulse el empleo de indicadores de calidad específicos a las características de cada proyecto o programa, con etapas que aúne diferentes enfoques de manera estructurada y que facilite a la figura responsable del proyecto la evaluación de resultados obtenidos e iteraciones necesarias para alcanzar los objetivos previstos.

Consiste en desarrollar una proceso de definición de indicadores y cada una de las etapas que lo componen, que sea capaz de definir el conjunto de indicadores de calidad, robustos y necesarios, para cada proyecto o programa mediante la interacción de equipos multidisciplinares y analizar su validez y adaptabilidad dentro de los programas de adquisición de sistemas para la defensa, tratando de asegurar el éxito y la satisfacción de todas las partes interesadas a partir de una metodología de definición de indicadores fiable, medible y extrapolable a los diferentes productos o servicios de las BTID.

En base a este objeto de investigación se propone el siguiente alcance:

- Analizar el estado del arte en el empleo de indicadores de calidad en proyectos y programas, que permita tener un punto de partida para la investigación.
- Establecer el marco de actuación en la definición de indicadores que permita su aplicación en una perspectiva de gestión de proyectos y programas de sistemas para la defensa.
- Realizar un estudio exploratorio sobre la visión global y el empleo de indicadores de calidad en la gestión de proyectos y programas de sistemas para la defensa.
- Considerar las distintas perspectivas de los proyectos y programas a la hora de establecer indicadores para el seguimiento de su desempeño.
- Validar y verificar la robustez de la metodología aplicada.
- Analizar y validar la aplicación del proceso diseñado en proyectos reales.
- Definir un cuadro de indicadores de calidad de la gestión de proyectos y programas de sistemas para la defensa en base a una metodología sistemática y estructurada.

Una vez señalados, el capítulo define el marco teórico de trabajo para el desarrollo de la metodología de definición de los indicadores de calidad. Trata de diseñar un proceso de trabajo que resulte ágil dentro de la gestión del proyecto y debe facilitar la identificación del mayor número de indicadores de calidad óptimos para cada proyecto o programa, que permitan medir la eficacia y el grado de cumplimiento de los requisitos dentro de la gestión de proyectos y programas de defensa. Los tres últimos puntos no forman parte del resultado final del TFM, y trazan la línea de trabajo que se debe mantener para finalizar el proceso de validación del método desarrollado.



2.2 Herramientas empleadas

Para la realización del TFM y el desarrollo de las fases de la metodología desarrollada, se han empleado las herramientas descritas a continuación.

2.2.1 Método Delphi

El Método Delphi es una técnica de comunicación estructurada, empleada para obtener información esencialmente cualitativa, que se desarrolla como método sistemático e interactivo de predicción basado en un grupo de expertos.

El objetivo de esta herramienta es la consecución del consenso inicial basado en la discusión del grupo de expertos mediante procesos iterativos, de acuerdo con el esquema de trabajo dispuesto en la Figura 1. Los resultados finales son objeto de explotación estadística para la elaboración de conclusiones.



Figura 1 Esquema de Trabajo Técnicas Delphi. Elaboración propia

Como señala George Scott (2001), se considera este método como una forma de análisis lógico que conduce a conclusiones sobre el futuro de atributos, basado en conceptos firmes para obtener conclusiones con argumentos robustos y soportados.

Este método se basa en los siguientes puntos:



- Anonimato de los participantes.
- Iteraciones y estructura controladas.
- Obtención de resultados de carácter estadístico.

Es necesario realizar una serie de actividades previas para garantizar el éxito del estudio:

- Delimitar el contexto y alcance del tema objeto de estudio
- Selección y compromiso del panel de expertos seleccionado. Es necesario contar con la mayor pluralidad posible para evitar la aparición de sesgos.
- Explicar a cada una de las partes implicadas en el proceso el método, etapas y objetivo de cada una de ellas para la obtención de datos fiables y rigurosos.

2.2.2 Método AHP

El proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) es una técnica estructurada para el tratamiento de decisiones complejas. Esta herramienta fue desarrollada por Thomas L. Saaty en la década de 1970, capaz de convertir las evaluaciones en la toma de decisiones en valores numéricos o prioridades, permitiendo que elementos diversos puedan ser comparados de forma racional y consistente.

Este proceso provee un marco de referencia racional y comprensivo para estructurar un problema de decisión, representar y cuantificar sus elementos, relacionarlos con los objetivos generales y evaluar alternativas de solución.

- 1 Las etapas de la metodología se definen a continuación:
- 2 Se modela el problema como una jerarquía que contiene el objetivo de la decisión, las alternativas disponibles y los diferentes criterios para evaluar las alternativas.
- 3 Se establece la prioridad de los elementos de la jerarquía en base a una serie de juicios basados en comparaciones por pares de elementos.
- 4 Se sintetizan los juicios para obtener el conjunto de prioridades globales de la jerarquía
- 5 Se revisa la consistencia de los juicios emitidos
- 6 Se determina la decisión final, basada en los resultados obtenidos en el proceso.

El proceso analítico jerárquico, aplicado al proceso de definición de indicadores de calidad diseñado, establece como objetivo obtener los indicadores de calidad óptimos para el proyecto o programa de defensa al que sea aplicado, a partir de las alternativas definitivas propuestas tras el empleo de Técnicas Delphi y posterior discusión del panel de expertos definido.

Los criterios de evaluación global que van a primar a la hora de obtener los indicadores de calidad son: coste, plazo, cumplimiento de requisitos e impacto en costes de no calidad, manteniendo la estructura ramificada propia de la metodología (Figura 2).

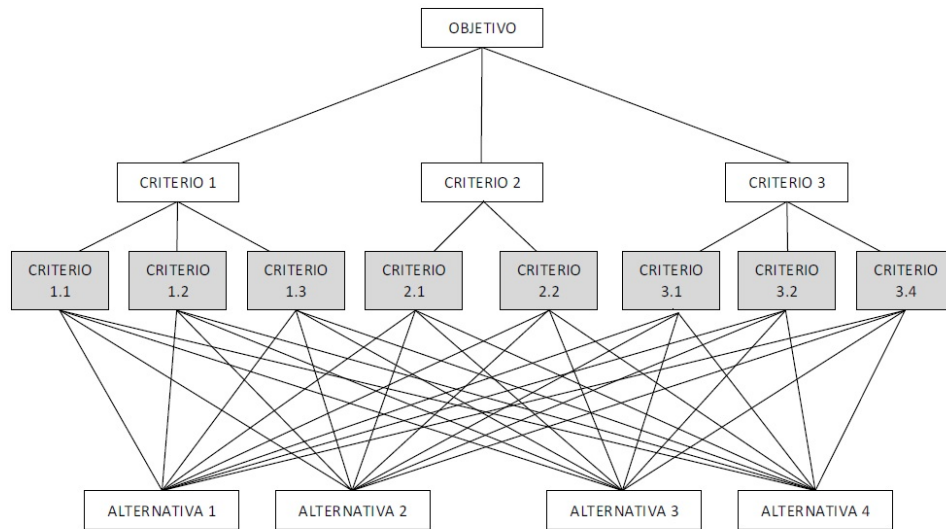


Figura 2 Ejemplo de estructura jerárquica AHP. Fuente: El blog de Víctor Yepes (2018).

2.3 Metodología

La etapa inicial de este trabajo Trabajo de fin Fin de máster Máster se ha llevado a cabo durante la primera quincena del mes de mayo, y se reestructura respecto al planeamiento inicial para su presentación en septiembre. El objetivo fundamental de esta fase es la planificación de la estructura del proyecto (Figura 3):

- Inicio de cada fase
- Duración de cada fase
- Recopilación de resultados en cada fase
- Aplicación de iteraciones

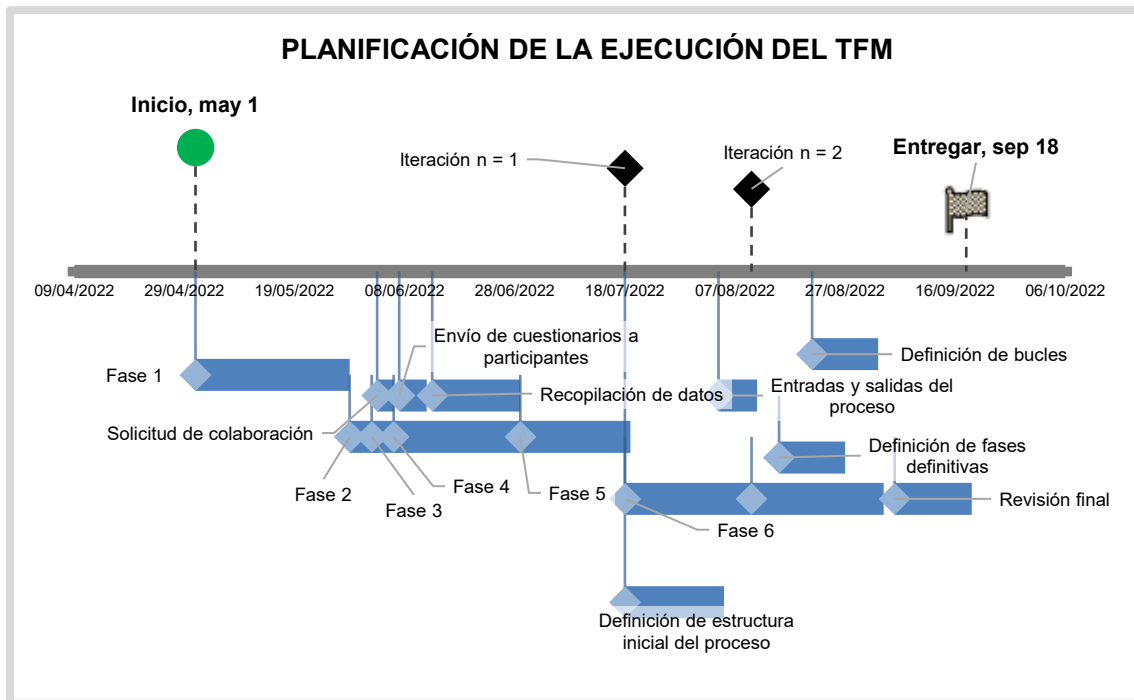


Figura 3 Esquema de planificación del TFM. Elaboración propia

La metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo consta de diferentes etapas interconectadas entre sí en cascada, partiendo inicialmente de identificar la fase idónea del proceso de gestión de la calidad del proyecto en la que se desarrollaría la definición de indicadores. Se ha considerado como base del fundamento teórico para la dirección de proyectos la guía de los fundamentos de la gestión de proyectos del PMBOK®, en su quinta sexta edición (español).

Este estudio se centra en la recopilación de información de fuentes que permita extraer conclusiones a partir del análisis de los resultados obtenidos. Para llevar a cabo la investigación se ha contado con la participación de distintos grupos de control del ámbito de la industria de defensa y del área de inspecciones industriales (DGAM) que han conformado el panel de expertos

Se emplean Técnicas Delphi para la ejecución de las fases que conforman el trabajo realizado, así como se integra este mismo método en el proceso de obtención del panel de indicadores propuesto, debido a la agilidad en los procesos de análisis y toma de decisiones.

Para el diseño de figuras y diagramas de flujo se emplea el programa Visio.



3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

Este apartado del TFM establece las bases de partida del estudio realizado, el contexto teórico de la dirección y gestión de proyectos, la gestión de la calidad y los indicadores de calidad dentro de la gestión de proyectos, para enmarcar los resultados obtenidos dentro del ámbito de desarrollo de la industria de defensa.

3.1 La dirección y gestión de proyectos

La gestión de proyectos hace referencia a la dirección de la planificación y ejecución de un proyecto durante su ciclo de vida. La finalidad de la dirección y gestión de proyectos es controlar y optimizar los requisitos técnicos, el alcance, el coste y el plazo con el objeto de obtener un producto final o servicio adecuado para las necesidades del cliente. Se parte de bases genéricas orientadas a conseguir dar respuesta a una serie de puntos clave genéricos en la definición de proyectos:

- Definir función y responsabilidad de los diferentes participantes dentro de las etapas del proyecto.
- Equilibrar los requisitos entre las actividades a desarrollar y su nivel de calidad necesario.
- Asegurar la organización estable y rigurosa, dentro de las posibilidades del proyecto.
- Normalizar y estandarizar los proyectos.
- Fomentar y facilitar la comunicación fluida entre las partes.
- Conocer los requisitos y especificaciones definidas y acotadas por parte del cliente para favorecer el desarrollo del proyecto.
- Realizar y comunicar la planificación equilibrada de plazo y carga de trabajo del equipo de proyecto.
- Identificar la estructura global del Plan de Gestión del Proyecto:
 - Identificación de las partes interesadas (stakeholders) del proyecto.
 - Entregables de cada etapa del proyecto.
 - Recursos empleados (recursos humanos e infraestructura, materiales y económicos).
 - Restricciones intrínsecas al proyecto.
 - Entorno del proyecto.
 - Abordaje individual de cada uno de los procesos.

Los objetivos del proyecto deben ser coherentes con:

- Plazos de ejecución, coste y prestaciones (alcance) del producto o servicio requerido.
- Necesidades individuales de cada una de las partes interesadas.



- Requisitos conocidos (necesidades) y desconocidos (expectativas) de cada cliente.

El ciclo de vida de la gestión de proyectos se compone de cinco fases, descritas a continuación:

- 1 Inicio del proyecto. Se considera una fase crítica para determinar el valor y factibilidad del proyecto a través de la definición del alcance del proyecto, especificando los objetivos y limitaciones, recursos disponibles y presupuesto estimado para lograr el cumplimiento de los objetivos del proyecto con éxito. Es necesaria la aprobación de las partes interesadas para poder continuar con el proyecto.
- 2 Planificación. El objetivo de esta fase es definir el plan de proyecto, establecer hitos y fechas clave de cada etapa, así como los indicadores de seguimiento y medición que constituyen las metas individuales del proyecto. En esta fase se sitúa la Planificación de la Calidad.
- 3 Ejecución. En esta fase se asignan y gestionan las tareas del proyecto descritas en la fase de planificación. Se monitorizan la ejecución de tareas, se gestiona el cronograma, se controlan los costes y se ejecuta la gestión de la calidad, haciendo seguimiento del estado de los diferentes entregables en plazo y presupuesto sin disminuir el nivel de calidad aceptable definido para cada uno. Esta etapa se identifica con el Aseguramiento de la Calidad.
- 4 Seguimiento y control. Se realiza una comparativa del seguimiento de tiempo, coste y rendimiento y se realizan las modificaciones necesarias para mantener el progreso del proyecto en los límites definidos. Esta fase incluye el Control de la Calidad y los ajustes derivados de los resultados obtenidos.
- 5 Cierre del proyecto – entrega a cliente. Se presentan los entregables finales (producto o servicio) del proyecto o programa a las partes interesadas. Esta fase recoge los fallos y mejoras aplicadas, el estado del seguimiento de indicadores y el análisis de resultados finales como parte de las lecciones aprendidas.

3.2 Gestión de la calidad en proyectos. Indicadores de calidad

La gestión de la calidad del proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido. Emplea políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y, de la forma que resulte adecuada, apoya las actividades de mejora continua del proceso, tal y como se lleva a cabo en la organización ejecutora.

Los procesos de la gestión de calidad del proyecto son:

- Planificar la gestión de la calidad: proceso de identificación de requisitos o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos. Se enmarca dentro de la fase de planificación del proyecto.
- Realizar el aseguramiento de la calidad: proceso de auditoría de los requisitos de calidad



y los resultados de las mediciones de control de calidad, para asegurar que se utilicen las normas de calidad y las definiciones operacionales adecuadas (ejecución del proyecto)..

- Controlar la calidad: proceso de monitorización y registro de resultados de la ejecución de las actividades de control de calidad, con la finalidad de la evaluación del desempeño y recomendación de cambios necesarios (seguimiento y control del proyecto).

La calidad se desarrolla en dos niveles básicos, por un lado, asegurar la satisfacción de las necesidades del cliente, y por otro la producción de bienes y servicios ausentes de fallo. Por tanto, la calidad abarca a toda la organización, consecuencia del trabajo coordinado del sistema y la responsabilidad conjunta sobre el resultado general en términos de calidad. La gestión de la calidad del proyecto trabaja para asegurar que se alcancen y se validen los requisitos del proyecto, incluidos los del producto y/o servicio, y el incumplimiento de los requisitos de calidad puede tener consecuencias negativas graves para algunos o todos los interesados del proyecto. A efectos estratégicos desde el enfoque actual del aseguramiento de la calidad, puede abordarse desde ocho puntos de vista diferentes (Garvin, 1988):

- 1 Prestaciones, como conjunto de requisitos, normas y especificaciones que dotan al producto o servicio de características funcionales que responden a su cometido final.
- 2 Peculiaridades, conjunto de atributos y características necesarios para complementar sus funciones básicas.
- 3 Fiabilidad del funcionamiento en el periodo de tiempo definido como su vida útil.
- 4 Conformidad con las especificaciones y divergencia respecto al objetivo.
- 5 Ciclo de vida, dimensiones técnicas y económicas.
- 6 Servicio, en forma y plazo, desde el momento de adquisición hasta el momento de entrega del producto.
- 7 Estética, como característica más subjetiva de los productos y servicios.
- 8 Calidad percibida frente a calidad medida.

Cuando se desea ejercer un control sobre la excelencia de los productos, gestionar adecuadamente el objetivo básico de calidad, es necesario ir de arriba abajo partiendo de la estrategia empresarial como fuente y origen de la política de calidad. Debe establecerse dentro del marco de un sector industrial y unos competidores muy específicos, basado siempre en la idea principal de que la calidad es relativa al alcance y expectativas del proyecto o programa, y se asienta en el análisis comparativo de las capacidades del sector. Todo el proceso de planificación y control de la calidad debe mantener la suficiente flexibilidad para no ahogar al proyecto con un planteamiento rígido e inamovible.

Alineando con los objetivos de la Subdirección General de Programas, las BTID están capacitadas para orientar los objetivos específicos de sus propios Sistemas de Gestión de Calidad con los siguientes puntos:

- Satisfacción del usuario final a través del cumplimiento de los requisitos de los sistemas de armas y equipos integrados, en base al presupuesto y plazo establecido.
- Favorecer cooperación y confianza entre las partes interesadas.



Referentes a las consideraciones de la gestión de la calidad sobre producto, todas las decisiones y planteamientos son encaminadas al cumplimiento con los costes establecidos, cumpliendo con los requisitos de calidad del proyecto o programa. La innovación trata de alcanzar la ventaja competitiva aunando la sinergia entre la rentabilidad del producto y la reducción de plazos. Durante el desarrollo del producto es necesario considerar su ciclo de vida completo, de modo que los entregables generados se convierten en parte de las entradas y salidas del proceso de gestión de la calidad (Anexo I), indispensables a la hora de establecer los hitos del proyecto o programa, los indicadores de calidad y la complejidad del proyecto. Se indican a continuación:

- Documentación referida a los requisitos funcionales básicos.
- Estudio de fiabilidad.
- Estudio de mantenibilidad.
- Estudio de seguridad.
- Estudio de ergonomía.
- Planificación de las etapas de fabricación, inspección y logística.
- Optimización de costos.
- Control de la configuración.
- Estudios medioambiental y de costo del ciclo de vida completo.

Juran señala los factores de calidad y su regularidad en el tiempo como críticos a la hora de evaluar servicios, definidos por tres aspectos básicos: (1) oportunidad, referido al plazo que transcurre entre la solicitud del servicio hasta la satisfacción de la necesidad; (2) bienestar del cliente, puesto que el nivel de satisfacción constituye un factor esencial en la calidad del servicio; (3) continuidad en el tiempo, como probabilidad de que el servicio se preste sin fallos y mantenga atributos (Monforte, 2016). No se trata de encontrar el óptimo individual sino del equilibrio ponderado de factores que convergen en la satisfacción de las necesidades del cliente objetivo y responden a aquello que se ofrece. Por tanto, la calidad del servicio equivale al grado de adaptación a los requerimientos.

La individualidad de los proyectos, donde cada uno, en los diferentes ámbitos de las BTID, posee un carácter individual, hace que sea necesario establecer un plan de calidad del proyecto o programa. El plan de calidad del proyecto debe partir de la política de calidad de la empresa, la descripción del producto, la normativa aplicable y el ámbito del propio proyecto, a fin de trazar un plan de calidad que recoge las definiciones de los parámetros que afectan a la calidad y sus valores contractuales, los puntos de inspección y control, los procedimientos necesarios para la gestión de las no conformidades y las actividades necesarias para asegurar un cierto grado o nivel de calidad, y a partir de los resultados de los controles dispuestos, en concordancia con el plan de gestión de la calidad del proyecto, siendo posible acometer acciones encaminadas a la mejora de la calidad del producto.

Las medidas y técnicas relativas a la calidad del producto, aplicando el Principio de



Pareto¹ (Juran, 1996), son específicas al tipo de resultado, servicio o producto del proyecto. El equipo de proyecto es el responsable de determinar las acciones necesarias para cumplir con los niveles requeridos, tanto de calidad como de grado de cumplimiento de requisitos, así como de la determinación de la precisión y exactitud necesarios.

Es, por tanto, responsabilidad del director o responsable del proyecto, diseñar o definir el sistema de indicadores necesarios y específicos para el proyecto y el método para verificar que el objetivo de calidad se alcanza o supera. El director del proyecto y su equipo son los responsables de determinar las acciones necesarias para cumplir con los niveles de calidad y grado de cumplimiento requeridos, independientemente de que se cuente con la figura del Responsable de Calidad del proyecto.

4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado se expone el cuerpo fundamental del trabajo, estructurado en una serie consecutiva de etapas. La primera etapa describe las diferentes fases del desarrollo del método mediante el empleo de Técnicas Delphi, diferenciadas en seis fases, con una fase séptima adicional que define una posible ruta de trabajo futuro; se analizan los resultados obtenidos del cuestionario competado por el panel de expertos y en base a los resultados obtenidos se procede a diseñar el método partiendo de un número predefinido de iteraciones.

Se da respuesta al planteamiento objetivo del TFM y se argumentan las ideas principales y secundarias del mismo.

4.1 Desarrollo del método

A continuación, se describe cada una de las fases de desarrollo:

4.1.1 Fase 1 – Estudio del Estado del Arte

En esta fase se ha realizado un estudio de la situación actual en lo referente a la definición de indicadores de calidad en la dirección de programas, proyectos e ingeniería de sistemas.

Las siguientes observaciones se establecen como las premisas iniciales de partida en cuanto a la gestión de la calidad en proyectos y programas de sistemas para la defensa:

- Las BTID (246 empresas) abarcan el área de abastecimiento al Ministerio de Defensa repartidas en siete sectores: Terrestre (29), Naval (42), Aeroespacial (28), Armamento y

¹El Principio de Pareto, también conocido como la regla del 80-20 y ley de los pocos vitales, describe el fenómeno estadístico por el que en cualquier población que contribuye a un efecto común, es una proporción pequeña la que contribuye a la mayor parte del efecto. Se facilita la identificación de problemas realmente relevantes, que acarrearán el mayor porcentaje de error a partir de los diferentes elementos que participan en un fallo.



munición 814), Electrónica, comunicaciones y TIC (49), Logística, auxiliar y servicios (70), y Consultoría e ingeniería (14), tal y como se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Sectores industria española de defensa 2021 – 2022. Elaboración propia. (Fuente de datos: Catálogo industria española de defensa 2021 – 2022, 4ª edición)

- Las BTID cumplen con el esquema PECAL/AQAP y se encuentran sujetas a normativa, códigos y procedimientos aplicables de cada sistema de gestión de la calidad.
- La innovación en materia de nuevas tecnologías por parte de las BTID, enfocadas al conflicto bélico del futuro y el avance de la carrera armamentística junto con el desarrollo de las líneas de I+D+i del Ministerio de Defensa, abogan en la rapidez y la rentabilidad del producto o servicio como ventaja competitiva, cumpliendo con las exigencias en materia de calidad y volumen de trabajo necesarios.
- El control de los indicadores debe realizarse en base al Principio de Pareto.
- Los proyecto y programas de sistemas para la defensa suelen estar enmarcados en un horizonte de medio – largo plazo dentro del ciclo de planeamiento de la defensa, y están alineados con las necesidades que se trasladan desde las FAS y la situación de conflicto del momento del planeamiento.



4.1.2 Fase 2 – Elaboración del cuestionario sobre la percepción de los indicadores de calidad en proyectos

Se elabora el cuestionario en base a la información de partida sobre el propio panel de expertos y las posiciones que ocupan dentro del ciclo de vida de los proyectos y programas de defensa. Los datos obtenidos se exponen en el punto 4 del presente trabajo.

Se estructura en:

- Cuestiones de respuesta con opciones predefinidas. Se orientan a recopilar datos estadísticos de modo que se puedan reflejar en gráficas y establecer distribuciones de población por cada opción disponible. Se encuentran establecidas a su vez en dos categorías, por una parte, respuestas a puntuar en escala² 1 a 5 con valores extremos y por otro lado multirrespuesta de opciones individuales sin escala. Se indican a continuación:
 - Indica tu percepción real de Calidad en proyectos y programas de defensa.
1 Muy bajo - 5 Muy alto
 - Indica tu percepción real sobre la presencia de indicadores de Calidad en proyectos y programas de defensa.
1 Muy bajo - 5 Muy alto
 - Identifica el elemento que consideres de mayor criticidad en proyectos y/o programas de defensa. Opciones:
 - Cumplimiento de requisitos del contrato
 - Coste
 - Plazo
 - Gestión de riesgos
 - Otra (respuesta libre)
 - ¿Te resulta útil para tu desempeño conocer los indicadores de calidad del proyecto o programa de defensa?
1 No mucho – 5 Mucho
 - ¿Los indicadores de Calidad de un proyecto o programa de defensa los conocen las partes implicadas en el proyecto (de inicio a fin)?
1 muy pocos miembros del equipo – 5 todos los miembros del equipo

² Se emplea la Escala de Likert. Es un método de valoración bipolar, que mide la respuesta positiva o negativa a una declaración. Suelen oscilar entre 2 y 10, siendo el formato de un elemento Likert típico de cinco niveles del tipo más común. Esta estructura progresiva de la escala es tal que cada elemento de Likert sucesivo se trata como si indicara una respuesta de valor n+1 que el valor anterior, n.



- ¿En qué etapa de los procesos en materia de Calidad en un proyecto o programa de defensa consideras más crítica la definición de indicadores de calidad?
 - 1 Planificar la calidad
 - 2. Realizar aseguramiento de la calidad
 - 3. Realizar el control de calidad
- Cuestiones en forma de matriz. Estas respuestas distribuyen en una matriz por filas los diferentes criterios a evaluar frente a las columnas de opciones de valores definidos para la respuesta. Se indican a continuación:
 - Evalúa en base al criterio y experiencia personal el impacto de los siguientes indicadores propuestos en proyectos o programas de defensa. Evaluación respecto al grado de cumplimiento de objetivos asignados y acciones derivadas.
 - Criterios:
 - Grado de cumplimiento de certificaciones y entrega de documentación en el plazo establecido.
 - Grado de cumplimiento con los procesos de auditoría interna del proyecto o programa.
 - Grado de cumplimiento con los procesos de auditoría de cliente del proyecto o programa.
 - Grado de cumplimiento de requisitos contractuales.
 - Grado de desviación de los requisitos contractuales.
 - Opción de respuesta:
 - Sin interés o efecto / irrelevante
 - Poco interés / relevancia
 - Cierta relevancia o interés / neutralidad
 - Relevante / necesario
 - Muy relevante / necesario
 - N/D
 - Evalúa en base al criterio y experiencia personal el impacto de los siguientes indicadores propuestos en proyectos o programas de defensa. Evaluación respecto a los factores críticos de éxito de la organización o área evaluada.
 - Criterios:
 - Índice de satisfacción del cliente.
 - No conformidades de cliente tras entrega.
 - Número de solicitudes de concesión del proyecto o programa.



- Número de solicitudes de desviación del proyecto o programa.
- Eficiencia de las correcciones de No Conformidades.
- Costes de No calidad asociados al proyecto o programa.
- Grado de desviación del coste del proyecto o programa.
- Grado de desviación del plazo del proyecto o programa.
- Grado de efectividad de la gestión de riesgos del proyecto o programa.
- Grado de productividad.
- Desviación entre coste oferta y coste real.
- Opción de respuesta:
 - Sin interés o efecto / irrelevante
 - Poco interés / relevancia
 - Cierta relevancia o interés / neutralidad
 - Relevante / necesario
 - Muy relevante / necesario
 - N/D
- Evalúa en base al criterio y experiencia personal el impacto de los siguientes indicadores propuestos en proyectos o programas de defensa. Evaluación respecto al análisis de las áreas, procesos o parámetros conflictivos o con problemas reales o potenciales.
 - Criterios:
 - Incidencias internas del proyecto o programa.
 - Incidencias externas del proyecto o programa.
 - Rechazo en la recepción de materias primas (proveedores).
 - Rechazo en la recepción de productos o servicios (subcontratistas).
 - Calidad del proyecto o programa en muestreo aleatorio.
 - Número de incidencias en pruebas de aceptación con clientes.
 - Opción de respuesta:
 - Sin interés o efecto / irrelevante
 - Poco interés / relevancia
 - Cierta relevancia o interés / neutralidad
 - Relevante / necesario



- Muy relevante / necesario
- N/D
- Cuestiones de respuesta libre y áreas de comentarios. Estas respuestas ayudan a entender la visión global del conjunto y aportan más valor añadido que las respuestas redefinidas, ya que la probabilidad de coincidencia es mucho menor. Se indican a continuación:
 - Indica los principales indicadores (KPI) de proyectos o programas de defensa en los que has participado y/o tengas conocimiento.
 - Comentario de respuesta libre.
 - Otros comentarios sobre la gestión de proyectos.
 - Sugerencias sobre el contenido del cuestionario.
 - Posición en proyectos o programas de defensa (respuesta opcional).

4.1.3 Fase 3 – Creación del Panel de Expertos

Durante la segunda fase se crea el panel de expertos cuya misión es, de forma anónima, contestar el cuestionario que han recibido y formar parte de los círculos de debate que se originan a raíz de los resultados obtenidos, que desemboca en el desarrollo inicial de la metodología de definición de indicadores de calidad.

Al panel de expertos se le detalla el contexto y alcance del presente trabajo, así como el proceso del Método Delphi en el que van a formar parte, las etapas y objetivo de cada una de ellas para la obtención de datos fiables y rigurosos

El panel de expertos lo constituyen 19 voluntarios, de la selección previa por muestreo por juicio de 58 posibles candidatos:

- Representantes de Aseguramiento Oficial de la Calidad del Área de Inspecciones Industriales (AII) nº 32.
- Personal técnico industria de defensa dentro de la empresa EXPAL SYSTEMS, pertenecientes a diferentes áreas de trabajo.

Este tipo de muestreo presenta una serie de ventajas que son de aplicación en el TFM:

- Tiempo mínimo de ejecución: En este enfoque de muestreo, la experiencia es importante y no existen otras barreras, por lo que la selección de una muestra resulta extremadamente conveniente.
- Acceso directo al público objetivo: No hay criterios para seleccionar una muestra, excepto las preferencias del objeto del TFM. Gracias a esto, puede comunicarse directamente con el público objetivo de su elección y obtener los resultados deseados.
- Resultados en periodos de tiempo mínimos: Facilita el empleo de encuestas o sondeo utilizando un muestreo deliberado, crítico o por juicio, ya que los miembros de la muestra



poseen el conocimiento, la experiencia y la comprensión acorde al tema.

4.1.4 Fase 4 – Distribución de cuestionarios y recopilación de datos

En primer lugar, se elabora un listado inicial de posibles candidatos aptos para formar parte del Panel de Expertos y se contacta individualmente por correo presentando la propuesta de participación, solicitando respuesta afirmativa. Únicamente se envía el cuestionario a los participantes de los que se recibe el correo afirmativo.

Se emplea la herramienta Formularios de Google donde se plasman las cuestiones definidas en la Fase 2 y se configura la estructura, la aceptación de respuestas y el informe final de resultados.

Este tipo de formularios se envían vía email con respuesta anónima y es posible obtener resultados estadísticos mediante dos opciones, Resumen para el global e Individual para obtener manualmente los resultados de cada cuestionario. Los resultados obtenidos se indican en el punto 4 del presente documento.

4.1.5 Fase 5 – Análisis de resultados

Se plantean los resultados obtenidos a grupos reducidos e independientes dentro del panel de expertos, de modo que, tras la exposición de resultados finales, se plantean las diversas rutas de trabajo y check-list necesarios; junto con las respuestas del cuestionario plantean el escenario de trabajo para la definición inicial del método a desarrollar.

En base al conjunto de resultados se obtienen las premisas a las que el método a desarrollar debe dar respuesta o ser complementario.

4.1.6 Fase 6 – Evaluación y ejecución de n-ésima iteración, para n iteraciones definidas

El enfoque integrado propuesto para el desarrollo de la Fase 6 se sustenta en el ciclo PDCA de Deming³. El siguiente punto de la investigación, y que marca propiamente la metodología empleada, versa en el resultado de un estado exploratorio. Con la recopilación de resultados y el estudio del entorno, para el alcance definido en el objeto del TFM, se establece el planteamiento del método, desarrollando, por una parte, del diagrama de flujo del proceso, y por otra la definición y su sistemática de cada una de las fases definidas.

Se establece un ciclo de iteración inicial de $n=2$ y se realiza una evaluación de resultados

³ El ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) es un proceso metodológico básico para procesos de mejora continua.



con el panel de expertos propuesto tras cada iteración. Para el desarrollo del TFM no es necesario realizar una tercera iteración, se obtiene un resultado conforme al alcance del TFM, con posibilidad de verificación en proyectos reales.

4.1.7 Fase 7 – (Plantear como futura línea de trabajo) Diseño de herramienta mediante macros o programación en base a metodología AHP para la definición del Catálogo de Indicadores de Calidad específico para un proyecto o programa e Implementación en la Gestión de Proyectos y Programas de Sistemas para la Defensa

No se ha conseguido desarrollar esta fase. Se plantea como etapa de trabajo futuro en caso de validación satisfactoria del método desarrollado.

La base de esta fase consiste en el desarrollo de una herramienta que integre las características de la Fase 3 en cuanto a metodología de trabajo, capaz de devolver, en base a los resultados de la Fase 2 introducidos en un interfaz, el informe de indicadores de calidad óptimos para el proyecto, sus ponderaciones y etapa ideal de medición y control.

El objetivo de esta fase es agilizar el método, de modo que el responsable del proyecto disponga del panel de indicadores base más eficiente en el menor plazo posible.

4.2 Análisis y resultados

El resultado del estudio inicial del Estado del Arte muestra el perfil de las BTID como empresas de un extenso alcance y gran variedad de productos, presentes en mercado nacional e internacional.

El entorno de los proyectos y programas de sistemas para la defensa poseen un marco muy amplio de acción y se encuentran sujetos a las necesidades cambiantes de un mercado competitivo y en continua evolución. Por ello, la definición de indicadores debe ser flexible y específica. Hay indicadores comunes a los diversos productos y servicios que pueden servir las BTID e indicadores individuales con peso específico en cada proyecto o programa, pero aun así las necesidades de cada una proporcionarán medidas y resultados con diferencias significativas.

4.2.1 Cuestionarios. Análisis y resultados

Se analiza, a continuación, el resultado de los cuestionarios realizados por el panel de expertos seleccionado:

- Cuestiones de respuesta con opciones predefinidas. Percepción real de Calidad en proyectos y programas de defensa (ver Figura 5):



Indica tu percepción real de Calidad en proyectos y programas de defensa

19 respuestas

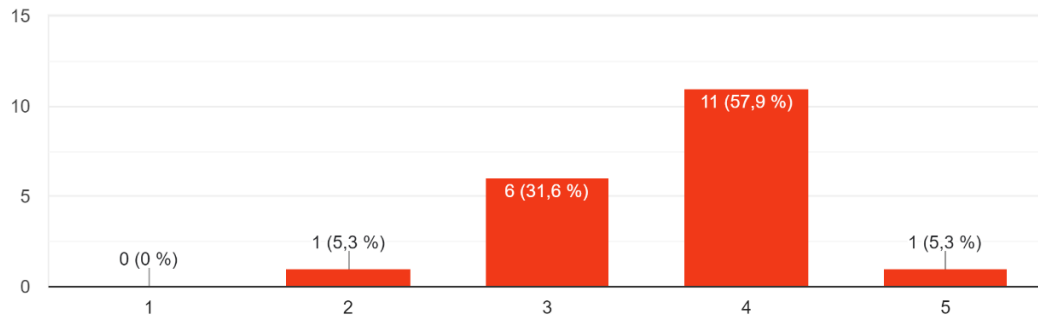


Figura 5 Resultados sobre percepción de la Calidad en proyectos

Observaciones:

- Las diferentes partes implicadas muestran, en general, una buena percepción de la Calidad en proyectos con un resultado superior al 57% respecto a percepción alta – muy alta y resultado nulo en muy baja percepción (0%).
 - La puntuación recibida sitúa este criterio entre los principales puntos de interés de la Gestión de Proyectos.
 - La tendencia indica que los perfiles relacionados con el área de Calidad o que han participado activamente en el control y análisis de resultados en materia de calidad en proyectos responden de forma más positiva frente a perfiles orientados a producto que no hayan tenido interacción.
- Cuestiones de respuesta con opciones predefinidas. Percepción real sobre la presencia de indicadores de Calidad en proyectos y programas de defensa (ver Figura 6):

Indica tu percepción real sobre la presencia de indicadores de Calidad en proyectos y programas de defensa

19 respuestas

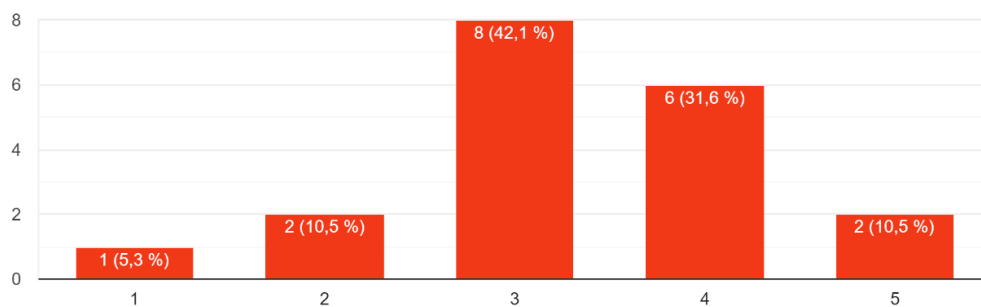




Figura 6 Resultados sobre percepción de los indicadores de calidad

Observaciones:

- A diferencia de la percepción de la Calidad como concepto global e inherente al proyecto, los indicadores de calidad reciben un resultado equivalente a medio - neutralidad (42,1%), aunque la tendencia sigue siendo positiva (31,6 % alto y 10,5 % muy alto).
 - Se mantiene la tendencia anterior. Los perfiles relacionados con el área de Calidad o que han participado activamente en el control y análisis de indicadores de calidad en proyectos responden de forma más positiva frente a perfiles orientados a producto que no hayan tenido interacción
- Cuestiones de respuesta con opciones predefinidas. Elementos de alta criticidad en proyectos (ver Figura 7):

Identifica el elemento que consideres de mayor criticidad en proyectos y/o programas de defensa
19 respuestas

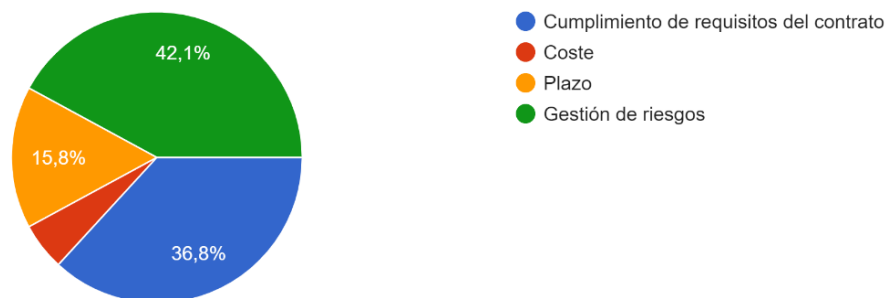


Figura 7 Resultados sobre elementos críticos en proyectos

Observaciones:

- Los resultados muestran la tendencia particular del personal de una empresa del sector del armamento y munición en un momento muy concreto dentro de la cartera de pedidos.
- El enfoque a la gestión de riesgos (42.1%) y al cumplimiento de los requisitos del contrato (36.8%) muestran la situación de proyectos con el control de coste y plazo altamente controlado y ligado, por un lado, a que el desarrollo del proyecto alcance los requisitos del cliente dentro de la oferta inicial, y por otra parte, la importancia del control de las desviaciones y riesgos sobre el proyecto, ya que en caso de incumplimiento tanto plazo (15.8%) como coste (5.3%) se ven afectados por estas variables.



- Cuestiones de respuesta con opciones predefinidas. Desempeño de indicadores de calidad (ver Figura 8):

¿Te resulta útil para tu desempeño conocer los indicadores de calidad del proyecto o programa de defensa?

19 respuestas

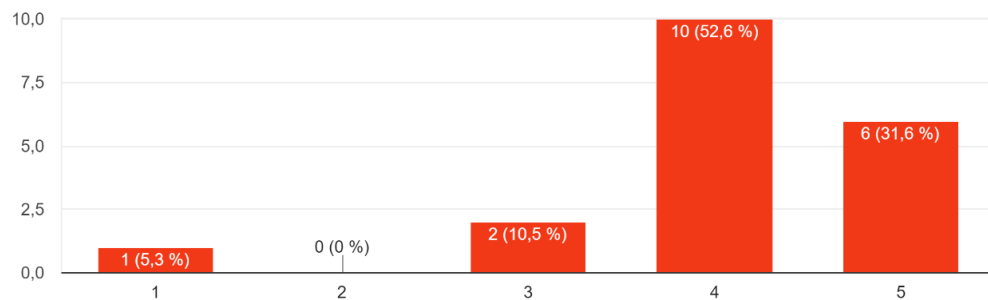


Figura 8 Resultados sobre utilidad en desempeño

Observaciones:

- La tendencia indica que los perfiles relacionados con el área de Calidad o que han participado activamente en el control y análisis de resultados en materia de calidad en proyectos responden de forma más positiva frente a perfiles orientados a producto que no hayan tenido interacción.

- Cuestiones de respuesta con opciones predefinidas. Percepción de indicadores de calidad (ver Figura 9):

¿Los indicadores de Calidad de un proyecto o programa de defensa los conocen las partes implicadas en el proyecto (de inicio a fin)?

19 respuestas

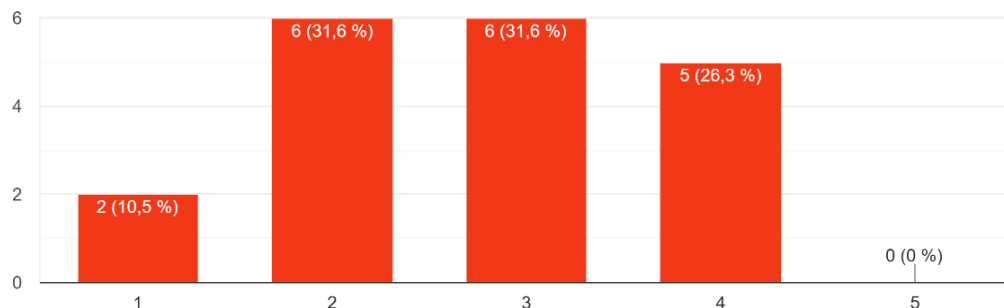




Figura 9 Percepción de la presencia de indicadores en proyectos

Observaciones:

- En esta gráfica cambia la tendencia negativamente, puesto que únicamente el 26,3% de la muestra considera que la distribución de la comunicación y el estado de los indicadores durante la duración del proyecto es conocida por las partes implicadas.
 - Por tanto, se deduce que, en general, el contenido del Plan para la Dirección del Proyecto queda reducido a una parte del equipo de trabajo, y por ende, los indicadores de calidad definidos, su estado y actualización.
- Cuestiones de respuesta con opciones predefinidas. Identificación de etapa clave para definición de indicadores de calidad (ver Figura 10):

¿En qué etapa de los procesos en materia de Calidad en un proyecto o programa de defensa consideras más crítica la definición de indicadores de calidad?

19 respuestas

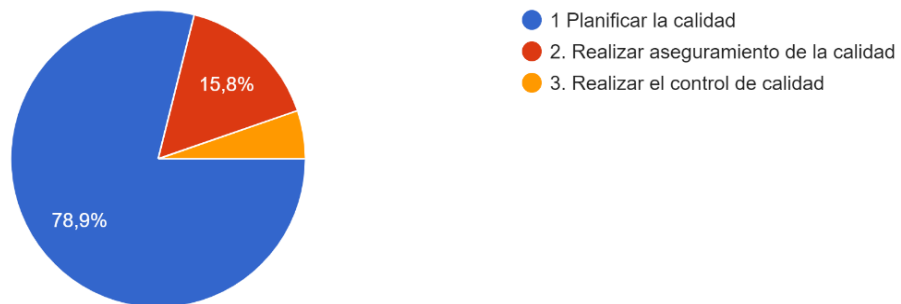


Figura 10 Identificación de etapa clave

Observaciones:

- En este gráfico Gráfico circular, la muestra localiza como principal etapa de definición de indicadores la Planificación de la Calidad (78.9 %).
 - Este resultado resulta esencial para verificar esta etapa como punto de partida para el diseño de la metodología de definición de indicadores propuesta.
- Cuestiones en forma de matriz. Impacto de indicadores de calidad: Grado de cumplimiento (ver Figura 11):

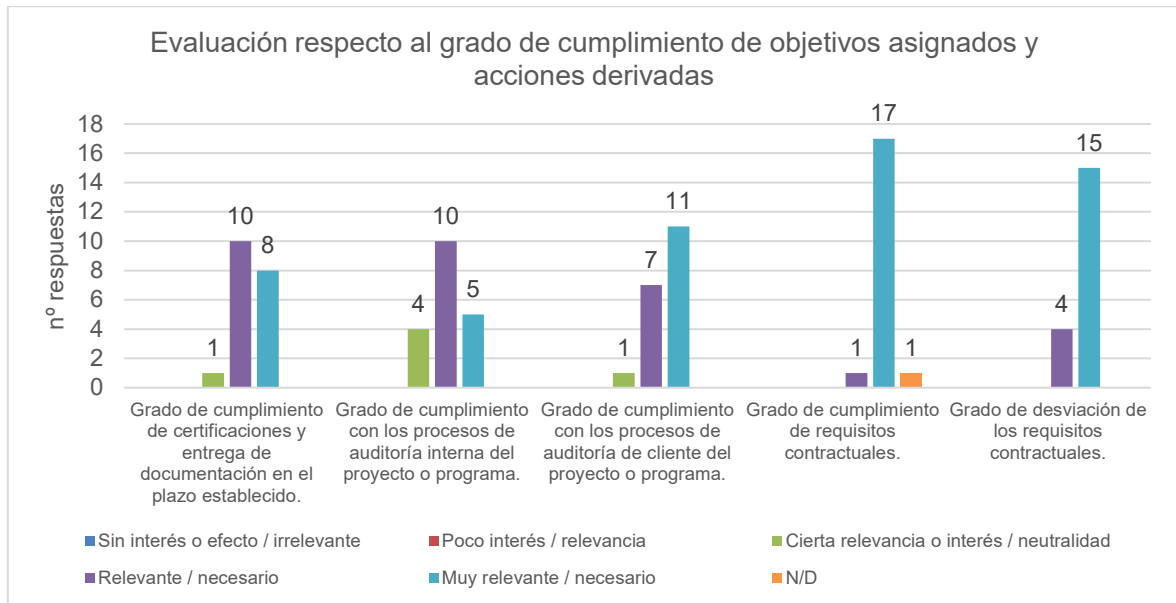


Figura 11 Cumplimiento de objetivos y acciones derivadas

Observaciones:

- Se observa la tendencia marcada del interés hacia el grado de cumplimiento de requisitos contractuales y desviación de estos, frente a procesos de auditoría o la gestión documental de los entregables.



- Cuestiones en forma de matriz. Impacto de indicadores de calidad: Factores críticos de éxito (ver Figura 12):

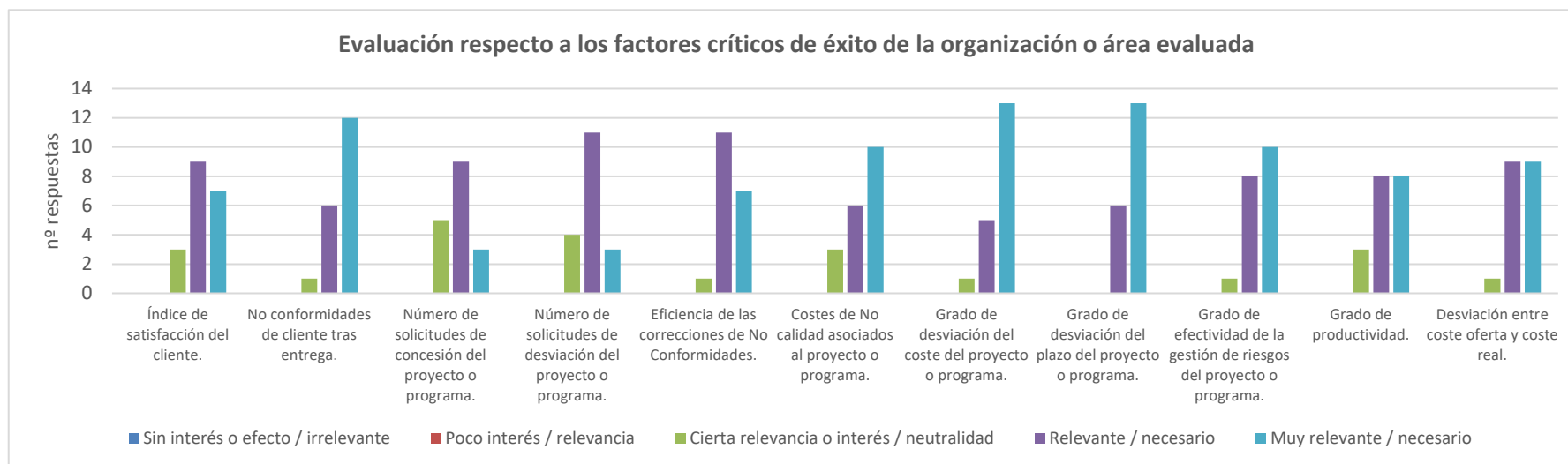


Figura 12 Factores críticos de éxito

Observaciones:

- La gráfica muestra, en general, una tendencia repartida en todos los puntos sujetos a evaluación, con una respuesta media de Relevante / necesario, a diferencia de tres puntos que destacan.
 - No conformidades de cliente tras entrega.
 - Grado de desviación del coste del proyecto o programa.
 - Grado de desviación del plazo del proyecto o programa.



- Cuestiones en forma de matriz. Impacto de indicadores de calidad: Análisis de componente crítico (ver Figura 13)

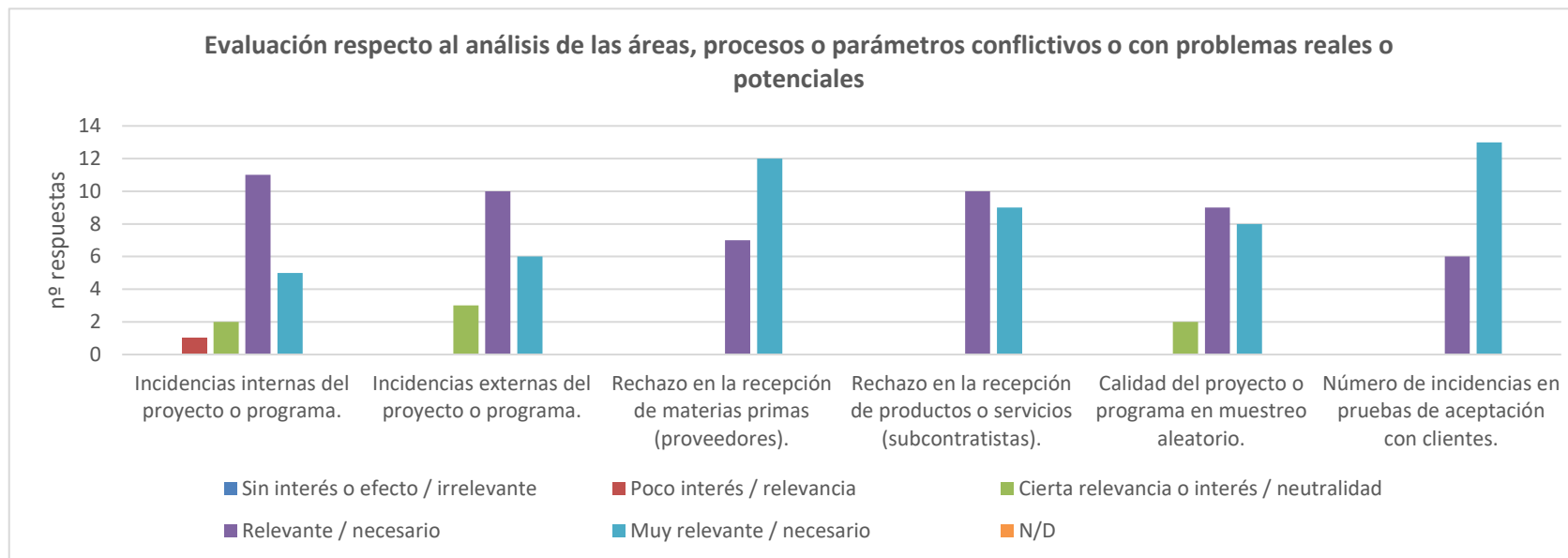


Figura 13 Análisis de áreas, procesos y parámetros

Observaciones:

- En la gráfica se considera crítico el rechazo en la recepción de materias primas y el número de incidencias en pruebas de aceptación de cliente final, frente al resto de áreas destaca a su vez la presencia de índices de bajo interés en las incidencias internas y externas del proyecto.

Estas respuestas pueden ser consideradas como un foco de criticidad y especial atención sobre los agentes externos y variables que no se pueden controlar desde la dirección del proyecto.



Respecto a las cuestiones de respuesta libre y temas debatidos, se obtienen los siguientes resultados:

- Sobre la gestión de proyectos:
 - Las desviaciones o concesiones en un proyecto (ingeniería producto) son parte normal del proceso, no deben ser consideradas desviación ya que la revisión final es lo que marcará la definición del producto.
 - No se entiende el indicador “productividad” en el contexto de proyecto.
 - No se podría entregar nada que suponga una No Conformidad del cliente.
 - Falta conocimiento en materia de gestión de la calidad en proyectos por parte de las partes involucradas. Bajo grado de cumplimiento.
 - Explicar concepto de Calidad de proyecto referenciado a las fases claves de proyecto.
- Sobre indicadores de calidad en proyectos:
 - En ocasiones se hace ingeniería inversa, no se tienen claros los indicadores desde un principio, lo cual indica que no se sabe lo que se quiere medir.
 - La definición de indicadores debe hacerse al inicio del programa y hacer un seguimiento de estos en las diferentes etapas del proyecto.
 - En muchos casos el seguimiento de indicadores de Calidad y los entregables de un proyecto se mezclan y convierten en inviable el desarrollo del proyecto debido a los semáforos rojos que no permiten avanzar a la siguiente etapa.

De todo ello se deduce que la falta de conocimiento en materia de Calidad, no solo en cuanto a indicadores de calidad, por las partes implicadas en el proyecto conlleva, por una parte, que la definición de indicadores, en el caso de que se realice, sea ineficiente y no se realice un seguimiento y medición adecuada de los mismos; por otra, es necesario que su empleo sea dirigido a mejorar la tasa de éxito del proyecto o programa sin suponer un lastre al avance o la gestión del cambio.

La definición de los indicadores, su seguimiento y la toma de decisiones derivadas del contexto del proyecto no deben ser limitantes para el avance del proyecto, sino sinérgicos a la hora de tomar decisiones que puedan suponer una desviación de lo planificado. Establecer los indicadores en base a los resultados medibles obtenidos en el proyecto no solo afecta al criterio empleado para el seguimiento y control, sino que en lugar de aportar valor al proceso en cuanto a mejoras, acciones correctivas y lecciones aprendidas, únicamente muestra un resultado medible sin capacidad comparativa ni de mejora entre etapas.

4.2.2 Diseño del método. Análisis y resultados

Se alcanza el objetivo de diseñar la metodología propuesta en un proceso iterativo de $n = 2$ iteraciones. Referente al desarrollo de la metodología, en la iteración $n = 1$:

- Se plantea la estructura inicial del proceso. Se diseña el diagrama de flujo inicial.



- Se determina la etapa óptima del proceso de gestión de calidad del proyecto donde integrar la metodología.
- Se definen las entradas y salidas del proceso, generación de documentos y linealidad del proceso.
- Se establecen cinco fases de trabajo consecutivas:
 - **Fase 1: Definición inicial de indicadores de calidad.** Esta etapa corresponde al planteamiento inicial de un panel de indicadores propuesto por la figura designada como responsable de la calidad del proyecto.
 - **Fase 2: Empleo de técnicas Delphi con panel de expertos A.** Se emplea para tratar la evaluación del panel de indicadores propuesto. Este proceso se desarrolla siguiendo el esquema de trabajo de la Figura X.
 - **Fase 3: Evaluación de indicadores por panel de expertos A.** Se obtiene un resultado inicial en el que se han descartado los indicadores iniciales que no se han considerado adecuados para el proyecto o programa.
 - **Fase 4: Empleo de técnicas AHP para evaluar y priorizar el panel de indicadores propuesto.** Del panel resultante se obtiene la distribución de pesos específicos de los indicadores finales en base a los resultados del método AHP.
 - **Fase 5: Evaluación de indicadores con el panel de expertos B.** El panel final de muestra al panel de expertos B y se somete a descarte y reevaluación.

Las hipótesis planteadas por el grupo de expertos son:

- No es eficiente realizar tres fases de evaluación de indicadores, desvirtúa la propia finalidad del proceso.
- La figura del responsable de la calidad del proyecto puede no estar capacitado para definir los indicadores. Esta figura puede recaer sobre el responsable del proyecto o ser delegada en el equipo, y en ese caso que no exista la representación de calidad o con la formación adecuada.
- En esta situación, la dirección del proyecto parte de indicadores predefinidos y no se realiza una búsqueda más exhaustiva de indicadores orientados a la excelencia.
- Tras AHP no debe volver a debatirse el resultado obtenido, ya que el consenso absoluto respecto a la distribución de pesos específicos dentro del panel de indicadores no es probable.
- Se detecta un fallo en el método debido a que no se ha definido en base a qué criterios se deberían evaluar las alternativas. Se decide tomar como criterios para evaluación de alternativas disponibles en la iteración $n = 2$: plazo, coste, grado de cumplimiento de requisitos y costes de no calidad.

En la iteración $n = 2$, se establecen los cambios de acuerdo con las hipótesis del grupo de expertos y los bucles de retroalimentación

- Se modifica la estructura inicial integrando las fases iniciales 1 y 2 en la Fase 1 definitiva y las fases 3 y 5 en la Fase 2 definitiva.



- Se redefinen las entradas y salidas del proceso.
- Se establecen tres fases de trabajo consecutivas:
 - **Fase 1: Empleo de técnicas Delphi.** Esta etapa corresponde al planteamiento inicial de un panel de indicadores propuesto por el panel de expertos A, constituido por el responsable de la dirección del proyecto y figuras representativas de las diferentes áreas de trabajo que interactúan en la gestión del proyecto. Este proceso se desarrolla siguiendo el esquema de trabajo de la Figura X.
 - **Fase 2: Evaluación y definición de propuesta de panel de indicadores de calidad por el grupo de expertos B.** Se obtiene un resultado inicial en el que se han descartado los indicadores iniciales que no se han considerado adecuados para el proyecto o programa. Se evalúa el consenso y se decide entre volver a iterar o continuar a la Fase 3.
 - **Fase 3: Empleo de metodología AHP para evaluación del panel de indicadores propuesto.** Del panel resultante se obtiene la distribución de pesos específicos de los indicadores finales en base a los resultados del método AHP. Tras esta fase se obtiene el panel de indicadores de calidad definitivo para el programa o proyecto.

Las hipótesis planteadas por el grupo de expertos son:

- No es eficiente realizar tres fases de evaluación de indicadores, desvirtúa la propia finalidad del proceso.
- En esta situación, la dirección del proyecto parte de indicadores predefinidos y no se realiza una búsqueda más exhaustiva de indicadores orientados a la excelencia.
- En este caso, como aspecto negativo se sigue observando la interacción de equipos con carencias de conocimiento en el ámbito de la calidad, aunque se minimiza el impacto respecto al resultado de la iteración $n = 1$.
- Tras AHP no debe volver a debatirse el resultado obtenido, ya que el consenso absoluto respecto a la distribución de pesos específicos dentro del panel de indicadores no es probable.
- Este proceso es capaz de generar los indicadores de modo que sean reevaluables en caso de considerarse ineficientes en las primeras etapas del proyecto o programa.
- Se definen como definitivos los criterios para evaluación de alternativas tras los resultados de la iteración $n = 1$: plazo, coste, grado de cumplimiento de requisitos y costes de no calidad.

Se consigue definir una estructura de proceso robusta de tres fases, que debe ser capaz de generar indicadores específicos para el proyecto o programa (Anexo II).



5 CONCLUSIONES

En base a este objeto de investigación y al alcance propuesto, se emiten las siguientes conclusiones:

Respecto a los objetivos propuestos, se ha investigado el entorno de actuación y las capacidades de implementación del proceso de definición de indicadores, y se considera que la versatilidad y flexibilidad de aplicación en los diferentes ámbitos de trabajo de las BTID de los procesos incluidos, resulta favorable para su implementación y pruebas de desempeño en proyectos reales.

Este estudio previo ha mejorado la capacidad de visión general de la gestión de la calidad en la gestión de proyectos y como se integra los procesos. Analizando las tendencias actuales de la calidad aplicada a los proyectos, se caracterizan por la organización enfocada al cliente; el liderazgo de la alta dirección y el personal involucrados en proyectos; la participación del personal mediante estructuras flexibles y abiertas; el enfoque basado en procesos; el empleo de sistema de gestión y organización orientada a los proyectos; la mejora continua medible mediante auditorías de madurez; las decisiones basadas en evidencias objetivas; la relación con los proveedores basada en el beneficio win-win, el enfoque a la prevención en lugar de inspección.

No se ha podido validar y verificar la robustez de la metodología propuesta en un proyecto real debido a la disponibilidad de medios y plazo.

Se observa la necesidad de dedicar el tiempo necesario a las fases de iniciación y planificación, ya que de ello depende el éxito. Al establecer los objetivos y acordar las tareas y prioridades, hay menos posibilidades de confusión dentro de los equipos y esto contribuye a la obtención de buenos resultados.

La mejora en el ámbito de la calidad de los proyectos y programas de adquisiciones de sistemas para la defensa en las BTID radica en mejorar la formación y sensibilidad en el área de calidad de las diferentes partes implicadas en la gestión de proyectos.

Finalmente, la calidad y los indicadores siempre deben estar enfocados a dar respuesta a las necesidades del proyecto.

Se plantea, como futura línea de trabajo, generar una macro o programa capaz de generar un paquete de indicadores para el proyecto a partir de los resultados de la fase 2 mediante el empleo de la metodología AHP.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Pascual, S.(2012) “El impacto de la crisis económica en los presupuestos de industria de la defensa europea”. En: Ministerio de Defensa. Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional. Monografías del CESEDEN. El impacto de la crisis económica en el área de la seguridad y la defensa. Disponible en:

<https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/P/D/PDF112.pdf>

Dirección General de Armamento y Material (2021) Catálogo industria española de defensa 2021-2022. Disponible en:

<https://publicaciones.defensa.gob.es/catalogo-industria-espanola-de-defensa-2021-2022-libros-pdf.html>

Fernández Requena, V. (2016). ¿Qué es el método Delphi en una empresa? Concepto y funcionamiento. Revista digital INESEM. Disponible en: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-empresarial/metodo-delphi/> [consulta 30 mayo 2022]

Garvin, D. A. (1988). Competir en las ocho dimensiones de la calidad. Harvard Deusto business review, (34), 37-48. [Google scholar]

ISO 9000:2015 (ES) Sistemas de gestión de la calidad.

Juran, J.M. (1996). Juran y la calidad por el diseño. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Monforte Moreno, M. (2016) “Capítulo 11: Gestión de la calidad en proyectos”. En Monforte Moreno, M. Dirección de programas, proyectos e ingeniería de sistemas. Disponible en: <https://publicaciones.defensa.gob.es/direccion-de-programas-proyectos-e-ingenieria-de-sistemas-18567.html>

Project Management Institute (2017) La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). 6ª ed. Pennsylvania: Project Management Institute.



Scott, G. (2001). Strategic planning for high-tech product development. *Technology Analysis & Strategic Management*, 13(3), 343-364. [Google Scholar]

Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación (2020) Estrategia de Tecnología e Innovación Para la defensa ETID. Disponible en:

https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/e/t/etid_estrategia_de_tecnologia_e_innovacion_para_la_defensa_2020.pdf

Unión Europea. Decisión (UE, Euratom) 2009/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre coordinación de los procedimientos de adjudicación de determinados contratos de obras, de suministro y de servicios por las entidades o poderes adjudicadores en los ámbitos de la defensa y la seguridad, y por la que se modifican las Directivas 2004/17/CE y 2004/18/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 216, 20 de agosto de 2009, p. 76. Disponible en:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009L0081-20220101&qid=1654861499370&from=ES>

Yepes Piqueras, V. (2018). Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP). El blog de Victor Yepes – Ingeniería civil, Universidad, investigación, docencia [blog]. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/> [consulta 02 septiembre 2022].



ANEXOS

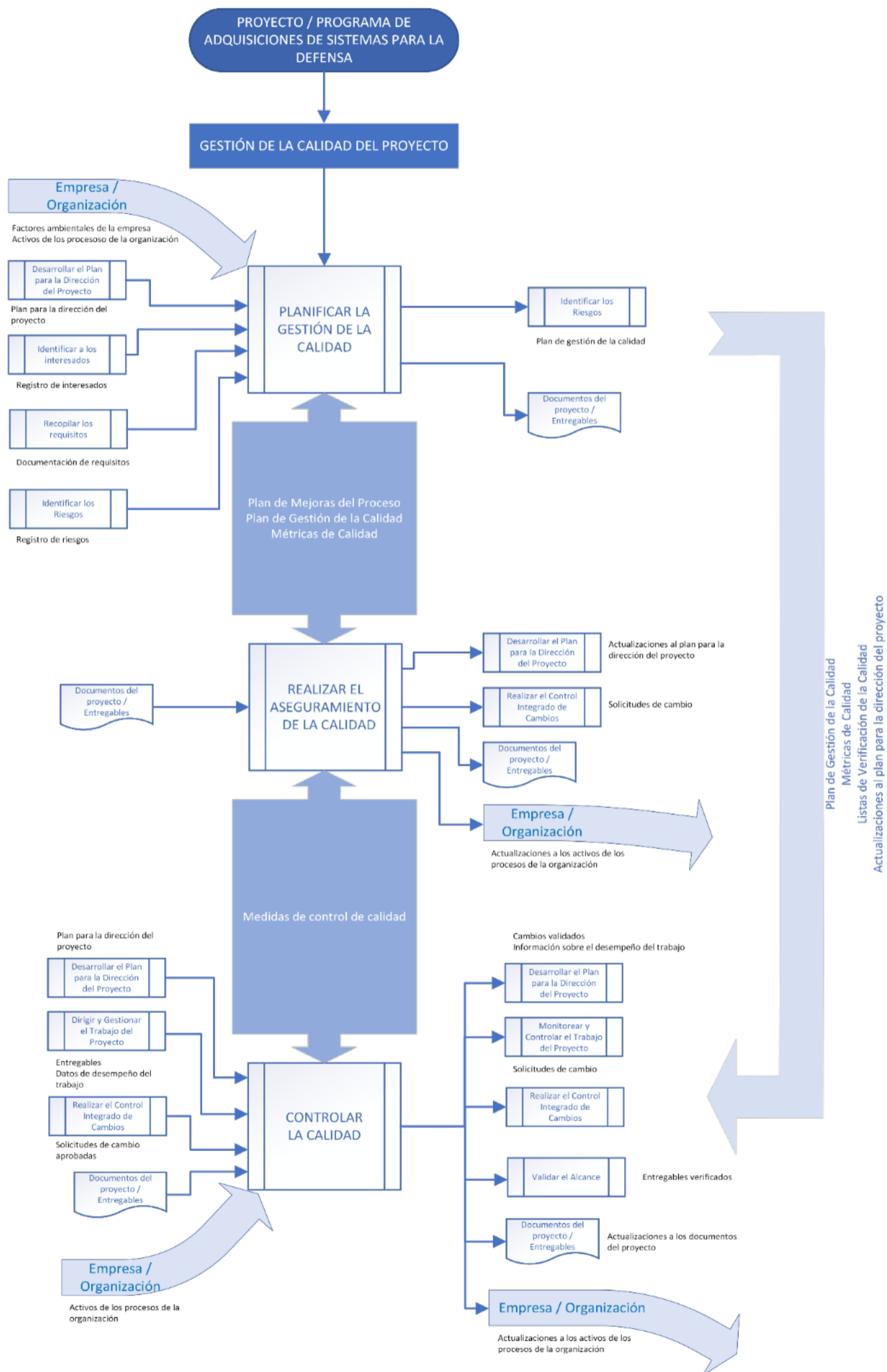
El TFM consta de dos anexos, indicados a continuación:

- Anexo I. Esquema del proceso de gestión de la calidad de proyectos.
- Anexo II. Diagrama de flujo del método ágil de definición de indicadores de calidad para proyectos y programas de sistemas para la defensa.



Anexo I

ESQUEMA DEL PROCESO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE PROYECTOS



PROYECTO / PROGRAMA DE ADQUISICIONES DE SISTEMAS PARA LA DEFENSA

GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

Empresa / Organización
Factores ambientales de la empresa
Activos de los procesos de la organización

PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto
Plan para la dirección del proyecto

Identificar a los interesados
Registro de interesados

Recopilar los requisitos
Documentación de requisitos

Identificar los Riesgos
Registro de riesgos

Identificar los Riesgos
Plan de gestión de la calidad

Documentos del proyecto / Entregables

**Plan de Mejoras del Proceso
Plan de Gestión de la Calidad
Métricas de Calidad**

REALIZAR EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Documentos del proyecto / Entregables

Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto
Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Realizar el Control Integrado de Cambios
Solicitudes de cambio

Documentos del proyecto / Entregables

Empresa / Organización
Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Medidas de control de calidad

CONTROLAR LA CALIDAD

Plan para la dirección del proyecto

Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto

Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto

Entregables
Datos de desempeño del trabajo

Realizar el Control Integrado de Cambios
Solicitudes de cambio aprobadas

Documentos del proyecto / Entregables

Cambios validados
Información sobre el desempeño del trabajo

Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto

Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto

Solicitudes de cambio

Realizar el Control Integrado de Cambios

Validar el Alcance
Entregables verificados

Documentos del proyecto / Entregables
Actualizaciones a los documentos del proyecto

Empresa / Organización
Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

**Plan de Gestión de la Calidad
Métricas de Calidad
Listas de Verificación de la Calidad
Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto**