

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ÁREA ACADÉMICA DE GERENCIA DE PROYECTOS  
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS**



Propuesta de mejora metodológica para la gestión de proyectos de verificación de software en entornos regulados por el DO-178C: Caso AVTech.

**Proyecto Final de Graduación para optar por el título de  
en el énfasis de proyectos de tecnologías de información con el grado  
académico de Maestría**

Realizado por:

José Fernando González Salas

Cartago, Agosto, 2025.

## **DEDICATORIA**

A Mariana, porque no hay mayor expresión de amor que todas las cosas de las cuales se hizo cargo para que yo me enfocara exclusivamente en completar esta etapa sin negarme en ningún momento el apoyo, cariño e impulso.

A Angy, Iris, Hansy que, junto a Mariana, son las personas que más apoyo, cariño y enseñanzas me han dado en el camino. Son mi familia, y sin ellos no estaría donde estoy hoy.

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, que siempre me dio todo su apoyo hasta en los momentos más complicados. La que me inculcó desde pequeño que la educación es la mejor herencia que la familia puede dar. La que se volvió un pilar de apoyo incondicional en todas las aventuras y planes que se me ocurrieron de camino.

A mis amigos y amigas, compañeros musicales, que se vuelven casi hermanos y hermanas en este proceso. Los que sin saberlo eran mi válvula de escape durante todo este proceso.

A mis compañeros y compañeras de maestría, que se volvieron parte de una generación unida en donde todos y todas empujamos en la misma dirección tratando de no dejar a nadie atrás. Erick, Ricardo, Mau, Daniel, que entendieron desde el primer día que éramos un equipo y nadie se podía quedar atrás. Los que me apoyaron cuando las cosas se complicaban y a quienes pude empujar cuando se les complicaron a ellos.

A Ludbyg Novo Gutiérrez que no solo fue tutor y profesor, sino mentor a lo largo de los meses en esa recta final. El que compartió todos sus conocimientos y más para guiarme en la investigación y búsqueda de nuevos conocimientos. El que entendió que la investigación no iba a ser fácil, pero aceptó el reto y me orientó hasta el último minuto sin dudar en ningún momento.

Al personal de la empresa que creyó en que esto era posible y puso toda su confianza en mí para llevarlo a cabo. Arias, Luis, Jeana, Brian, Naggie, Tom, Nilima, que sin saberlo fueron quienes me llevaron por el camino de la gerencia de proyectos y me enseñaron que siempre somos humanos y no un número más en una hoja de cálculo.

Finalmente, a los que no mencioné porque mi memoria ya no es joven, pero saben que de alguna u otra forma, directamente o indirectamente, fueron parte de este proceso tan complejo.

## EPÍGRAFE

“Reconocer que el mayor error no es haberlo intentado y haber fracasado, sino que, al intentarlo, no nos esforzamos al máximo.”

– Gene Kranz.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b><i>i</i></b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b><i>ii</i></b>
<b>EPÍGRAFE</b> .....	<b><i>iii</i></b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b><i>iv</i></b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b><i>ix</i></b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b><i>x</i></b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b><i>xi</i></b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b><i>xii</i></b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b><i>xiii</i></b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b><i>1</i></b>
<b>Capítulo 1 Generalidades de la investigación</b> .....	<b><i>3</i></b>
1.1 Marco de referencia organizacional.....	<b><i>3</i></b>
1.1.1 AVTech, S. A. ....	<b><i>3</i></b>
1.1.2 Estructura y marco estratégico.....	<b><i>3</i></b>
1.1.3 Estructura organizacional .....	<b><i>4</i></b>
1.1.4 Marco estratégico.....	<b><i>5</i></b>
1.1.5 Marco regulatorio DO-178C .....	<b><i>6</i></b>
1.2 Proyectos en la organización. ....	<b><i>8</i></b>
1.3 El problema y su impacto .....	<b><i>9</i></b>
1.4 Objetivos .....	<b><i>13</i></b>
1.4.1 Objetivo general.....	<b><i>14</i></b>
1.4.2 Objetivos específicos. ....	<b><i>14</i></b>
1.5 Alcance y limitaciones.....	<b><i>14</i></b>
1.5.1 Alcance.....	<b><i>14</i></b>
1.5.2 Limitaciones. ....	<b><i>15</i></b>
<b>Capítulo 2 Marco teórico</b> .....	<b><i>16</i></b>
2.1 Proyectos y su gestión.....	<b><i>16</i></b>
2.1.1 Definición de proyecto.....	<b><i>16</i></b>
2.1.2 Ciclo de vida de los proyectos.....	<b><i>17</i></b>

2.1.3	Gestión de proyectos .....	19
2.2	Marcos de trabajo para la gestión.....	20
2.2.1	Métodos predictivos .....	20
2.2.2	Métodos ágiles.....	23
2.3	Herramientas informáticas de gestión de proyectos. ....	38
2.3.1	JIRA .....	39
2.3.2	Microsoft Planner.....	40
2.3.3	Microsoft Loop.....	41
2.4	Métricas para aplicación en proyectos. ....	42
<b>Capítulo 3 Marco metodológico .....</b>		<b>45</b>
3.1	Categorías de la investigación .....	45
3.2	Población y muestra – Sujetos de investigación.....	49
3.3	Fuentes de información.....	51
3.4	Técnicas y herramientas para la recopilación de datos .....	52
3.4.1	Entrevista.....	53
3.4.2	Revisión bibliográfica.....	55
3.4.3	Revisión documental .....	57
3.4.5	Cuestionario de modelo de idoneidad .....	59
3.4.6	Cuestionario de evaluación de agilidad empresarial .....	61
3.5	Procesamiento y productos de la investigación .....	62
3.5.1	Productos de la investigación.....	62
3.5.1.1	Objetivo General .....	63
3.5.1.2	Primer objetivo específico.....	63
3.5.1.3	Segundo objetivo específico .....	65
3.5.1.4	Tercer objetivo específico .....	67
3.5.1.5	Cuarto objetivo específico .....	68
3.5.2	Técnicas de procesamiento .....	70
<b>Capítulo 4 Análisis de Resultados .....</b>		<b>73</b>
4.1	Diagnóstico de las características actuales de gestión .....	74
4.1.1	Caracterización del modelo de gestión actual.....	74
4.1.2	Perfil de proyectos actuales.....	82
4.1.3	Características de los proyectos actuales.....	83
4.1.4	Situación actual en el flujo de los artefactos .....	84
4.1.5	Enfoque aplicable a la gestión de proyectos .....	86
4.2	Buenas prácticas de los marcos de referencia .....	89

4.2.1	Comparación de marcos ágiles.....	89
<b>Capítulo 5 Propuesta de solución.....</b>		<b>95</b>
5.1	Aspectos generales de la propuesta.....	95
5.1.1	Alcance de la propuesta de mejora de la organización .....	95
5.1.2	Principios y valores .....	95
5.1.3	Roles.....	96
5.1.4	Artefactos.....	98
5.2	Diseño del tablero .....	99
5.2.1	Flujo de trabajo .....	99
5.2.2	Objetivos de tablero .....	101
5.2.3	Propuesta de tablero .....	101
5.2.4	Reglas del tablero.....	103
5.2.5	Eventos para gestionar el flujo de trabajo y el tablero.....	105
5.2.6	Métricas .....	107
5.2.7	Herramientas .....	108
5.3	Grupos de procesos .....	109
5.3.1	Adquisiciones.....	113
5.3.1.1	Adquisición de herramientas necesarias.....	113
5.3.2	Comunicación y partes interesadas .....	114
5.3.2.1	Familiarización del equipo con los planes y estándares.....	114
5.3.2.2	Reuniones con los interesados.....	114
5.3.3	Integración .....	115
5.3.3.1	Reunión de diseño y planificación .....	115
5.3.3.2	Priorización de cola o backlog.....	116
5.3.3.3	Seguimiento de desempeño y calidad .....	116
5.3.3.4	Administración de los problemas técnicos.....	116
5.3.3.5	Reuniones con el equipo .....	117
5.3.3.6	Standup.....	117
5.3.3.7	Reunión de decisión .....	117
5.3.3.8	Retrospectiva .....	118
5.3.3.9	Recolección de lecciones aprendidas .....	119
5.3.4	Cronograma .....	119
5.3.5	Recursos .....	119
5.3.5.1	Identificación de necesidad de horas extras .....	119
5.3.5.2	Identificación de necesidades de entrenamiento .....	120
5.3.6	Costo .....	120

5.3.7	Alcance.....	120
5.3.8	Calidad .....	121
5.3.8.1	Registros de calidad .....	121
5.3.9	Bloqueos e impedimentos.....	122
5.3.10	Manejo de riesgos.....	122
5.4	Estrategia de Implementación .....	123
5.4.1	Cronograma de implementación .....	123
5.4.1	Patrocinio .....	124
5.4.2	Capacitación .....	125
5.4.3	Ejecución del plan piloto.....	126
5.4.4	Retroalimentación y ajustes.....	127
5.4.5	Lanzamiento progresivo .....	128
5.4.6	Métricas de implementación.....	129
<b>Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones.....</b>		<b>131</b>
6.1	Conclusiones.....	131
6.2	Recomendaciones .....	133
<b>Capítulo 7 Referencias bibliográficas.....</b>		<b>135</b>
<b>Capítulo 8 Apéndices.....</b>		<b>137</b>
8.1	Apéndice A: Encuesta PMOs .....	137
8.2	Apéndice B: Encuesta Gerentes de Proyectos.....	138
8.3	Apéndice C: Encuesta Líderes.....	139
8.4	Apéndice D: Ficha revisión bibliográfica .....	140
8.5	Apéndice E: Ficha revisión documental .....	141
8.6	Apéndice F: Ficha caracterización de proyectos .....	142
8.7	Apéndice G: Cuestionario de modelo de idoneidad. ....	145
8.8	Apéndice H: Cuestionario de evaluación de agilidad empresarial .....	148
8.9	Apéndice I: Plantilla de tablero.....	150
8.10	Apéndice J: Plantilla de registro de problemas técnicos.....	151
8.11	Apéndice K: Plantilla de registro de lecciones aprendidas.....	152
8.12	Apéndice L: Plantilla de cambios en el alcance .....	153
8.13	Apéndice M: Plantilla de bloqueos e impedimentos.....	154
<b>Capítulo 9 Anexos.....</b>		<b>155</b>
9.1	Anexo 1: Resultado de aplicación del modelo de idoneidad.....	155
9.2	Anexo 2: Resultados de evaluación de Agilidad Empresarial.....	161

9.3	Anexo 3: Síntesis de resultados de aplicación de encuesta.....	163
9.4	Anexo 4: Síntesis de resultados de caracterización de proyectos.....	167

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Estructura de un proyecto en AVTech.....	5
<b>Figura 1.2</b> Cost Performance Index, a través de la duración de un proyecto. ....	10
<b>Figura 1.3</b> Schedule Performance Index a través de la duración de un proyecto. ....	11
<b>Figura 1.4</b> Método de seguimiento y control en Excel.....	12
<b>Figura 4.1</b> Resultados del modelo de idoneidad.....	76
<b>Figura 4.2</b> Peso de las características analizadas. ....	77
<b>Figura 4.3</b> Tendencias en las metodologías de gestión. ....	78
<b>Figura 4.4</b> Análisis de metodologías de gestión.....	79
<b>Figura 4.5</b> Ciclo de vida de un proyecto en AVTech. ....	81
<b>Figura 4.6</b> Tipos de proyectos desarrollados en AVTech. ....	84
<b>Figura 4.7</b> Flujo de cada artefacto.....	85
<b>Figura 4.8</b> Simplificación del ciclo de vida. ....	88
<b>Figura 5.1</b> Ejemplo de tarjeta de Kanban. ....	99
<b>Figura 5.2</b> Flujo de trabajo. ....	100
<b>Figura 5.3</b> Relaciones de procesos. ....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Desempeño de los proyectos al cierre del Q4 del 2024. ....	10
<b>Tabla 2.1</b> Procesos de Scrum.....	29
<b>Tabla 2.2</b> 14 Principios de TPS.....	35
<b>Tabla 3.1</b> Vinculación categorías y subcategorías con objetivos de investigación.....	45
<b>Tabla 3.2</b> Categorías de la investigación.....	47
<b>Tabla 3.3</b> Sujetos de información.....	50
<b>Tabla 3.4</b> Fuentes de información.....	51
<b>Tabla 3.5</b> Entrevista. Vinculación de instrumentos, categorías y sujetos.....	54
<b>Tabla 3.6</b> Revisión bibliográfica. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.....	56
<b>Tabla 3.7</b> Revisión documental. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.....	58
<b>Tabla 3.8</b> Cuestionario de modelo de idoneidad. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.....	60
<b>Tabla 3.9</b> Evaluación de agilidad empresarial. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.....	61
<b>Tabla 3.10</b> Proceso de investigación, productos esperados y su vinculación con objetivos.....	62
<b>Tabla 3.11</b> Primer objetivo: procesamiento y producto.....	64
<b>Tabla 3.12</b> Segundo objetivo: procesamiento y producto.....	65
<b>Tabla 3.13</b> Tercer objetivo: procesamiento y producto.....	67
<b>Tabla 3.14</b> Cuarto objetivo: procesamiento y producto.....	69
<b>Tabla 3.15</b> Técnicas de procesamiento.....	70
<b>Tabla 4.1</b> Perfil equipo participante en la recopilación de información.....	73
<b>Tabla 4.2</b> Comparación marcos de referencia según área de mejora.....	90
<b>Tabla 5.1</b> Roles definidos.....	97
<b>Tabla 5.2</b> Asociación de elementos en el tablero con estados actuales.....	102
<b>Tabla 5.3</b> Relación de roles y reglas.....	105
<b>Tabla 5.4</b> Actividades de la fase de Ejecución del Proyecto.....	110
<b>Tabla 5.5</b> Cronograma detallado de implementación.....	123
<b>Tabla 5.6</b> Plan de capacitación.....	125
<b>Tabla 5.7</b> Métricas de éxito propuestas.....	129

## LISTA DE ABREVIATURAS

- CPI:** Cost Performance Index.
- DAL:** Design Assurance Level.
- ESA:** Engineering Services Agreement.
- FFP:** Fixed Firm Price.
- IDE:** Integrated Development Environment.
- LRU:** Linear Replacement Unit.
- LSD:** Lean Software Development.
- L&D:** Learning and Development.
- NDA:** Non-Disclosure Agreement.
- OEM:** Original Equipment Manufacturer.
- PMBok®:** Project Management Body of Knowledge.
- PM:** Project Manager
- PMI®:** Project Management Institute.
- PMO:** Project Management Office.
- KPI:** Key Performance Indicators.
- QMS:** Quality Management System.
- ROM:** Rough Order of Magnitude.
- SPI:** Schedule Performance Index.
- T&M:** Time and Materials.
- TeamLd:** Team Lead.
- TechLd:** Technical Lead.
- TI:** Tecnologías de la información.
- TPS:** Toyota Production System.

## RESUMEN

Este estudio aborda las ineficiencias en la gestión de proyectos de la empresa AVTech, dedicada al software aeroespacial. Los antecedentes indican que el uso de una metodología predictiva tradicional, basada en el PMBoK®, ha resultado en que los proyectos no concluyan dentro del cronograma y costo estimados, con desviaciones significativas en un 36% y 55% de los casos, respectivamente.

El objetivo general fue mejorar el proceso de gestión de proyectos para optimizar su desempeño en costo y cronograma, mediante la evaluación de los métodos actuales y la investigación de mejores prácticas.

La metodología empleada consistió en un diagnóstico de la gestión actual a través de la revisión documental y entrevistas con gerentes y líderes de la organización. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo de marcos de trabajo ágiles como *Scrum*, *Kanban* y *Lean* para identificar prácticas aplicables.

Los resultados del diagnóstico confirmaron que la rigidez del modelo predictivo limita la adaptación a cambios y la detección temprana de errores, afectando el rendimiento. El análisis concluyó que, si bien una implementación ágil completa es inviable por normativas como la DO-178C, un enfoque híbrido que integra principios de *Kanban* es la solución más idónea para mejorar la flexibilidad y la visualización del flujo de trabajo. Con base en esto, se diseñó una propuesta de mejora metodológica enfocada en la fase de verificación y una estrategia de implementación progresiva.

Se concluye que la propuesta híbrida responde eficazmente a las brechas identificadas. Se recomienda asegurar el patrocinio de la alta dirección para la implementación, designar un equipo de monitoreo, integrar las nuevas métricas a los informes de desempeño y evaluar la expansión futura de la metodología a otras fases del ciclo de vida del software.

**Palabras Clave:** Gestión de proyectos, Kanban, Metodología híbrida, Verificación de Software, DO-178C, Mejora continua, Implementación gradual, Industria aeroespacial.

## ABSTRACT

This study addresses inefficiencies in project management at AVTech, an aerospace software company. Background information indicates that the use of a traditional predictive methodology, based on PMBoK®, has resulted in projects not being completed within the estimated schedule and cost, with significant deviations in 36% and 55% of the cases, respectively.

The overall objective was to improve the project management process to optimize cost and schedule performance by evaluating current methods and researching best practices.

The methodology used consisted of diagnosing the current management through a document review and interviews with the organization's managers and leaders. Subsequently, a comparative analysis of agile frameworks such as Scrum, Kanban, and Lean was conducted to identify applicable practices.

The diagnostic results confirmed that the rigidity of the predictive model limits adaptation to changes and early error detection, affecting performance. The analysis concluded that, while a full agile implementation is unfeasible due to regulations such as DO-178C, a hybrid approach that integrates Kanban principles is the most suitable solution to improve flexibility and workflow visualization. Based on this, a methodological improvement proposal focused on the verification phase and a progressive implementation strategy was designed.

It is concluded that the hybrid proposal responds effectively to the identified gaps. It is recommended to ensure the sponsorship of top management for the implementation, designate a monitoring team, integrate the new metrics into the performance reports, and evaluate the future expansion of the methodology to other phases of the software life cycle.

Key Words: Project Management, Kanban, Hybrid Methodology, Software Verification, DO-178C, Continuous Improvement, Gradual Implementation, Aerospace Industry.

## INTRODUCCIÓN

En el dinámico y competitivo sector aeroespacial, la capacidad de una organización para gestionar sus proyectos de manera eficiente y predecible es un factor determinante para su éxito y sostenibilidad. La empresa AVTech, S. A., especializada en el desarrollo y la verificación de software y hardware críticos para la seguridad aérea, opera en un entorno de alta exigencia, regido por estrictos estándares de calidad y regulatorios como el DO-178C y AS9100D. A pesar de contar con una metodología de gestión de proyectos formalizada y basada en enfoques predictivos tradicionales, la organización enfrenta un desafío crítico: sus proyectos no se están concluyendo consistentemente dentro del cronograma y el costo estimados.

El análisis de los indicadores de desempeño revela que un 36% de los proyectos activos presentan desviaciones en el cronograma y un 55% en los costos, con índices de rendimiento que han llegado a ser tan bajos como 0,47 y 0,43, respectivamente. Esta situación no solo genera insatisfacción en los clientes, quienes cada vez más exigen contratos de precio fijo (FFP), sino que también compromete la reputación y la competitividad de AVTech en el mercado. El problema se origina en una metodología secuencial que carece de la flexibilidad necesaria para gestionar cambios, visualizar el flujo de trabajo de manera efectiva y detectar errores en etapas tempranas, lo que deriva en decisiones reactivas y retrabajo costoso.

La importancia de este trabajo de graduación radica en que aborda directamente esta problemática medular. En lugar de proponer la adopción disruptiva de un marco de trabajo completamente nuevo, esta investigación desarrolla una propuesta de solución a la medida, que respeta la cultura, la estructura y las obligaciones regulatorias de AVTech. Se diseña una metodología híbrida que integra, de manera progresiva y no disruptiva, prácticas ágiles del método Kanban en el marco predictivo existente. Esta propuesta busca dotar a los equipos de mayor flexibilidad, mejorar la visibilidad del progreso, optimizar el flujo de trabajo y fortalecer la capacidad de adaptación ante los cambios, atacando así las causas raíz del bajo desempeño en costo y cronograma. Este estudio, por lo tanto, ofrece a AVTech una hoja de ruta práctica y fundamentada para evolucionar sus procesos, mejorar su predictibilidad y fortalecer su posición estratégica en la industria.

Para guiar al lector, el documento se ha estructurado en seis capítulos. El Capítulo 1, Generalidades de la investigación, presenta el contexto de la empresa AVTech, detallando su marco organizacional y estratégico; asimismo, se plantea la problemática, su impacto en la

organización, y se definen los objetivos, el alcance y las limitaciones del estudio. A continuación, el Capítulo 2, Marco teórico, expone los fundamentos conceptuales que sustentan la investigación, abarcando temas como la gestión de proyectos, los ciclos de vida predictivos y adaptativos, los marcos de trabajo ágiles como Scrum, Kanban y Lean, y las herramientas informáticas relevantes para la gestión.

El Capítulo 3, Marco metodológico, describe en detalle el enfoque utilizado para la recolección y análisis de la información, especificando las categorías de estudio, las fuentes de información, las técnicas e instrumentos aplicados, y el procesamiento de datos para el cumplimiento de cada objetivo. Posteriormente, el Capítulo 4, Análisis de Resultados, presenta y analiza los hallazgos obtenidos a partir del diagnóstico de la gestión actual, la caracterización de los proyectos de la empresa y la comparación del modelo vigente con las buenas prácticas identificadas en los marcos de referencia estudiados.

El Capítulo 5, Propuesta de solución, desarrolla el aporte central de esta tesis: una propuesta de mejora para el proceso de gestión de proyectos, detallando el marco de trabajo híbrido basado en Kanban, junto con una estrategia estructurada para su implementación en la organización. Finalmente, el Capítulo 6, Conclusiones y Recomendaciones, sintetiza los hallazgos y logros principales de la investigación en función de los objetivos planteados y formula una serie de recomendaciones para asegurar la correcta implementación y sostenibilidad de la propuesta a futuro.

## **Capítulo 1 Generalidades de la investigación**

En este capítulo se presenta el marco de referencia de la organización y el departamento donde se elabora el presente estudio, así como el planteamiento del problema y la justificación. Se exponen los objetivos propuestos, el alcance de la investigación y las limitaciones encontradas.

### ***1.1 Marco de referencia organizacional***

Este apartado tiene como objetivo proporcionar un contexto sobre la empresa y el departamento en los que se desarrolla este estudio. Se presentan los antecedentes más relevantes, la estructura organizacional actual y el marco estratégico que guía las operaciones de la empresa.

#### ***1.1.1 AVTech, S. A.***

La empresa AVTech, S. A fue fundada en el año 1989 en Orlando, Florida. La empresa se estableció con una visión clara: proporcionar soluciones innovadoras de ingeniería en el campo de la aviónica para la industria aeroespacial global. Desde sus inicios, AVTech se enfocó en construir un equipo de ingenieros altamente capacitados y en desarrollar capacidades técnicas avanzadas para abordar los desafíos complejos del diseño de sistemas de aviación.

En el 2004, comenzó a trasladar todos sus servicios de ingeniería a Costa Rica hasta que en el 2005 se consolidó como su sede principal, ofreciendo servicios de desarrollo y verificación de *software* y *hardware* bajo los estándares DO-178C, DO-254 y ASTM F3153-15. A partir de ese momento, AVTech se enfocó en colocar como su mayor pilar la calidad y logró certificarse como una empresa AS9100D.

Su enfoque en la innovación, el desarrollo de software crítico para la seguridad aérea, y su capacidad para cumplir con los estándares de la industria, la han posicionado para un crecimiento continuo en el mercado global de la ingeniería aeroespacial.

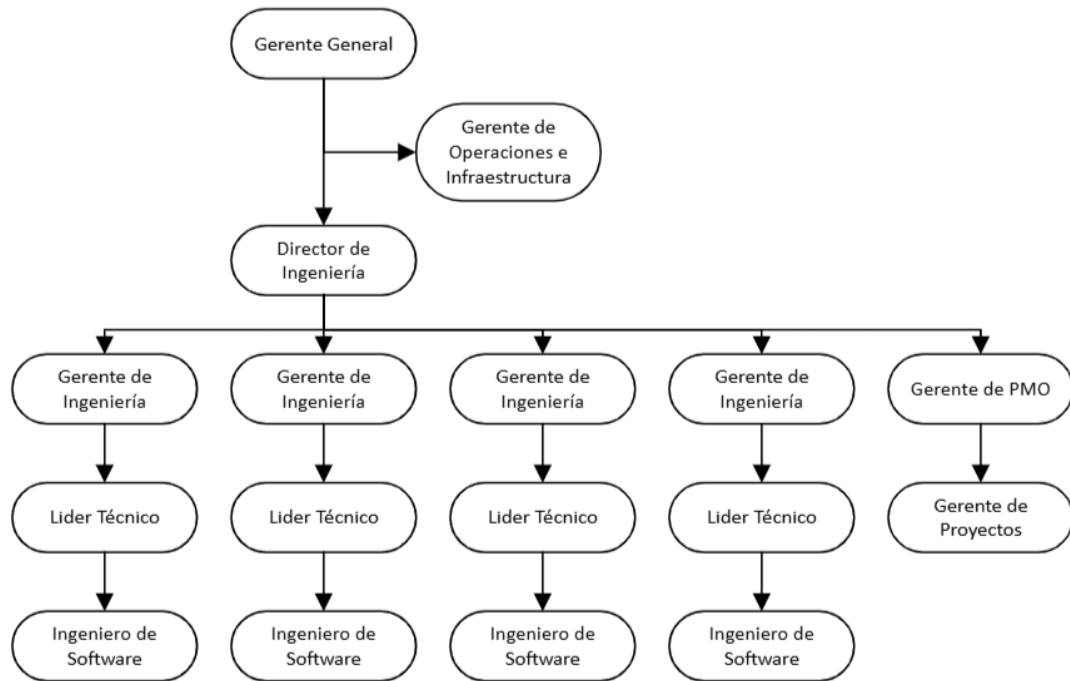
#### ***1.1.2 Estructura y marco estratégico.***

En el presente capítulo se abordará el marco organizacional de AVTech, detallando su estructura jerárquica y las funciones de sus principales departamentos, con especial énfasis en la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO). Asimismo, se expondrá el marco estratégico de la empresa, incluyendo su misión, visión y objetivos a largo plazo. Se analizará el contexto en el que se desarrolla el presente estudio, definiendo el problema de investigación y justificando su relevancia. Finalmente, se establecerán los objetivos específicos de la investigación, su alcance y las limitaciones que podrían influir en el desarrollo del estudio.

### 1.1.3 Estructura organizacional

La estructura organizacional de AVTech representada en la Figura 1.1 omite aquellos elementos que son ajenos al presente estudio, y se concentra en la estructura que involucra el departamento de ingeniería de *software*.

**Figura 1.1** Estructura organizacional de AVTech.



Nota: Elaboración propia.

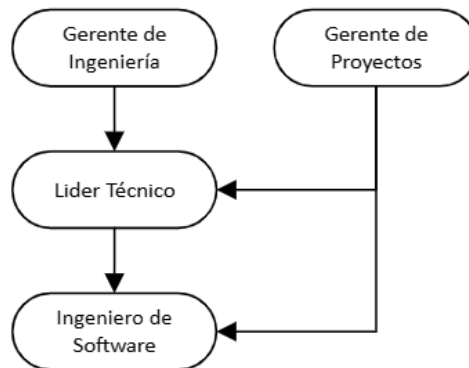
El Director de Ingeniería de *Software* es responsable de liderar y gestionar todos los aspectos del departamento de ingeniería de software para asegurar el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Esto incluye la gestión de personal, procesos, recursos tecnológicos y proyectos, con un enfoque en la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa.

Por otra parte, los Gerentes de Ingeniería de *Software* son responsables de la gestión y supervisión de los recursos de ingeniería para los proyectos bajo su responsabilidad, con el objetivo de cumplir con la misión de la empresa. Su enfoque principal es garantizar la entrega exitosa de proyectos, la satisfacción del cliente y la optimización de la productividad, principalmente a través del apoyo y mentoría de los líderes técnicos y miembros del equipo. Los Gerentes de Ingeniería

de *Software* se enfocan más en grupos de proyectos específicos, sin llegar a constituir un portafolio formal.

La estructura de cada equipo de proyecto se compone de los siguientes roles clave: un Gerente de Proyecto (PM), asignado desde la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO); un Líder Técnico (TechLd), proveniente del Departamento de Ingeniería; y un equipo de ingenieros de *software* responsables de la ejecución técnica del proyecto. En proyectos de gran envergadura, definidos como aquellos que involucran ocho o más ingenieros, se considera la incorporación de un Líder de Equipo (TeamLd). Este rol tiene como objetivo principal brindar apoyo en la coordinación y mentoría al Líder Técnico, optimizando así la gestión y el desarrollo del proyecto. La Figura 1.2 detalla el organigrama de cada proyecto.

**Figura 1.1** Estructura de un proyecto en AVTech.



Nota: Elaborado a partir de datos de AVTech.

En el siguiente apartado se presenta el marco estratégico de la empresa AVTech vigente para el 2025.

#### **1.1.4 Marco estratégico**

La filosofía empresarial de AVTech está compuesta por su misión, su visión y su política de calidad los cuales se ubican en el Plan Estratégico vigente para el año 2025, mismos que guían al departamento de Ingeniería (AVTech, 2024).

- Misión

AVTech es una empresa de servicios de ingeniería que combina estrictos procesos de calidad, el personal mejor formado y soluciones innovadoras para desarrollar *software*, *hardware* y sistemas de seguridad y misión crítica para el sector aeroespacial.

AVTech se esfuerza por maximizar el valor, tanto para los clientes, como para los empleados; mediante el compromiso, el respeto, la integridad, la profesionalidad y el trabajo en equipo para lograr la satisfacción general y relaciones duraderas.

- Visión

Aprovechar nuestra experiencia en servicios de ingeniería para ayudar a nuestros clientes a maximizar la calidad y el valor en la entrega de los productos de aviación más seguros, fiables y sostenibles del mundo.

- Política de calidad

Nuestra empresa presta servicios a tiempo y dentro del presupuesto respetando las normas de calidad más exigentes y cumpliendo o superando las expectativas de nuestros clientes.

Esto se consigue mediante un programa de mejora continua que se esfuerza por ofrecer resultados con cero defectos en todo lo que hacemos.

### ***1.1.5 Marco regulatorio DO-178C***

La adhesión de AVTech a procesos rigurosos para sistemas críticos, como el estándar DO-178C, impone restricciones inherentes a la flexibilidad de la empresa para explorar e implementar metodologías alternativas en la ejecución de sus actividades. El documento DO-178C describe los procesos del ciclo de vida del software del siguiente modo, con sus respectivas secciones y figuras:

- **Proceso de planificación del software:** Este proceso define y coordina las actividades de los procesos integrales y de desarrollo de *software* para un proyecto. La sección 4 del documento describe este proceso.

- **Procesos de desarrollo de software:** Estos procesos producen el producto de *software* e incluyen: el proceso de levantamiento de requisitos de *software*, proceso de diseño de *software*, proceso de codificación de *software* y el proceso de integración. La Sección 5 describe estos procesos.

- **Procesos integrales:** Estos procesos garantizan la corrección, el control y la confianza en los procesos del ciclo de vida del *software* y sus resultados. Los procesos integrales son el proceso de verificación del *software*, proceso de gestión de la configuración del *software*, proceso

de garantía de calidad del *software* y el proceso de enlace de certificación. Estos procesos se llevan a cabo simultáneamente con los procesos de planificación y desarrollo de *software*. Las secciones 6 a 9 describen estos procesos.

La secuencia habitual para el proceso de desarrollo de *software* es: requisitos, diseño, codificación e integración. La Figura 3-1 en el DO-178C proporciona ejemplos de diferentes secuencias de desarrollo para componentes de *software*. Los procesos de un ciclo de vida del *software* también pueden ser iterativos (RTCA, 2011).

El proceso de verificación del *software*, conforme a la sección 6 del estándar DO-178C, se configura como un proceso integral y concurrente a las fases de planificación y desarrollo del *software*. Su propósito fundamental radica en la detección y notificación de errores introducidos durante el desarrollo. Es crucial destacar que la verificación trasciende la mera ejecución de pruebas, comprendiendo una combinación de revisiones, análisis y pruebas. Cada una de estas pruebas o artefactos, deben concluir con una revisión formal que permite evaluar de manera objetiva e imparcial cada uno de los objetivos detallados en las hojas de verificación para confirmar su cumplimiento. Asimismo, se pueden realizar revisiones informales que pueden llegar a ser una prueba de la revisión formal, pero sin las formalidades que esta amerita. Esta informalidad permite que sean revisiones más rápidas, detectar problemas de manera temprana y asegurar una revisión formal sin complicaciones.

Los objetivos específicos del proceso de verificación varían en función del nivel de *software*, tal como se detalla en las Tablas A-3 a A-7 del Anexo A del estándar DO-178C. Estos objetivos se centran, de manera general, en asegurar la corrección, coherencia e integridad de los productos de trabajo del *software*, en relación con sus entradas y los estándares aplicables. Por ejemplo, la verificación tiene como propósito confirmar la correcta derivación de los requisitos del sistema en requisitos de alto nivel y, la subsiguiente traducción de estos, en requisitos de bajo nivel y la arquitectura del *software* (RTCA, 2011).

El estándar DO-178C establece un proceso altamente estructurado y prescriptivo para la ejecución de cada fase del ciclo de vida del *software*, centrando su enfoque en la definición precisa de las entradas y salidas requeridas para cada etapa. Esta rigidez, si bien limita la posibilidad de ejecutar fases de manera simultánea o paralela, resulta fundamental para garantizar la seguridad en el desarrollo de *software* para sistemas críticos. No obstante, el estándar no especifica la metodología detallada para la realización de las actividades dentro de cada fase, sino que se

concentra en la definición de los objetivos a alcanzar. Esta característica abre la posibilidad de explorar e implementar nuevas técnicas que permitan mitigar los problemas identificados durante la revisión de la documentación histórica de AVTech.

### ***1.2 Proyectos en la organización.***

El portafolio de productos y servicios de AVTech ha experimentado una evolución significativa a lo largo de los años, adaptándose al desarrollo progresivo del sector aeroespacial. Desde su fundación, AVTech se ha dedicado a ofrecer soluciones innovadoras de ingeniería en el campo de la aviónica, especializándose en el desarrollo y verificación de *software* y *hardware* críticos para la seguridad aérea. Los proyectos que desarrolla AVTech son de naturaleza tecnológica altamente especializada, caracterizados por cumplir con los estrictos estándares de la industria aeroespacial. Estos proyectos demandan una alta precisión y adaptabilidad a los requerimientos normativos y técnicos.

En sus inicios, AVTech se enfocó en construir un equipo de ingenieros altamente capacitados y en desarrollar capacidades técnicas avanzadas para abordar los desafíos complejos del diseño de sistemas de aviación. A medida que la empresa trasladó sus servicios de ingeniería a Costa Rica amplió su portafolio para ofrecer servicios de desarrollo y verificación de *software* y *hardware*, bajo los estándares más exigentes de la industria. Este crecimiento impulsó la consolidación de un portafolio de servicios integral, orientado a ofrecer soluciones de ingeniería aeroespacial de alta calidad, cumpliendo con la certificación AS9100D y posicionando a AVTech, como un referente en el mercado global.

Actualmente, el portafolio de proyectos que AVTech desarrolla es el siguiente:

- **Mainland:** Estos proyectos abarcan una amplia gama de actividades, desde la verificación de *software* hasta el desarrollo y la validación de requisitos de *software* para librerías. En la actualidad, se observa una tendencia creciente hacia proyectos de verificación de requisitos para Unidades de Reemplazo Lineal (LRU) y la automatización de dichos procesos. Este portafolio ha generado un valioso conjunto de conocimientos especializados, al ser el primero en establecer una colaboración directa con un Fabricante de Equipos Originales (OEM).
- **Clientes y terceros:** Estos proyectos se dirigen a clientes de segundo y tercer nivel, a quienes se les ofrece la posibilidad de abarcar el ciclo de vida completo del desarrollo de *software*. No obstante, la mayoría de los proyectos se centran en etapas específicas

de este ciclo, predominando las fases de diseño y verificación de *software* embebido en sistemas.

Lo anterior reúne las dimensiones en que AVTech ha realizado y centrado esfuerzos en consolidar su cartera de proyectos, especialmente en el área de clientes y terceros, siempre con el enfoque de calidad en sus procesos. Actualmente, se desarrollan entre 12 y 15 proyectos anuales, en donde Joby concentra aproximadamente el 45% de su fuerza laboral (AVTech, 2024). El valor de la cartera anual cerró en alrededor de \$12 millones el año anterior, demostrando la capacidad de ser referente en el sector del *software* en aplicaciones aeroespaciales y su crecimiento continuo año tras año.

La implementación de una metodología formal de gestión de proyectos en AVTech, en 2007, respondió a dos imperativos principales: la búsqueda de certificaciones bajo estándares de calidad internacionales y la necesidad de mitigar la creciente presión financiera derivada de la reducción de márgenes de ganancia en los proyectos.

AVTech maneja la mayoría de sus proyectos con un enfoque predictivo, debido a una serie de lecciones aprendidas y conocimientos adquiridos, a través de más de 20 años, que le permite tener amplia certeza en sus estimaciones y gestión de cada proyecto.

La empresa optó por una metodología para la gestión de proyectos basada en el PMBoK<sup>®</sup>, adoptando un enfoque predictivo y el modelo de cascada para el desarrollo y verificación de *software*. Esta elección se fundamentó en la facilidad de alineación con el modelo de negocio existente y la prevalencia de estos métodos en la época. La implementación de esta metodología representó un hito importante para AVTech, marcando el inicio de una gestión de proyectos más estructurada y formalizada. Aun así, a pesar de las actualizaciones menores incorporadas a través de lecciones aprendidas y revisiones del PMBOK, la metodología de gestión de proyectos de AVTech ha mantenido su estructura predictiva tradicional desde su creación.

### ***1.3 El problema y su impacto***

El problema que posee actualmente la organización es que los proyectos no se están concluyendo dentro del cronograma ni el costo estimado inicialmente. A pesar de tener un proceso estandarizado, el desempeño de los proyectos ejecutados por AVTech queda evidenciado por la información recopilada hasta diciembre de 2024. El análisis de los indicadores de los proyectos activos revela que la empresa no logró mantener sus métricas dentro del rango de tolerancia establecido por el Manual de Calidad de AVTech ( $\pm 20\%$ ), en un 36% de los casos respecto al

cronograma y, en un 55% en relación con los costos como se ilustra en la Tabla 1.1. Se observó valores del Índice de Desempeño de Costos (CPI) de hasta 0,43 y del Índice de Desempeño de Cronograma (SPI) de hasta 0,47, durante el periodo de verificación de los proyectos. Adicionalmente, se identifica una tendencia al deterioro de estos indicadores a medida que avanzan las etapas de verificación que regresa a los valores iniciales estimados cuando las entradas de la siguiente fase se concretan.

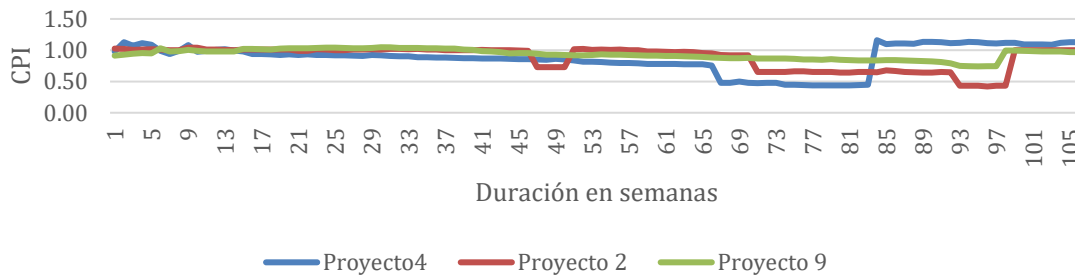
**Tabla 1.1** Desempeño de los proyectos al cierre del Q4 del 2024.

Proyecto	Duración	Costo
Proyecto 1	127,86%	122,67%
Proyecto 2	100,15%	99,93%
Proyecto 3	121,12%	101,38%
Proyecto 4	106,82%	89,38%
Proyecto 5	96,64%	359,37%
Proyecto 6	104,65%	207,80%
Proyecto 7	106,75%	124,59%
Proyecto 8	256,45%	152,19%
Proyecto 9	100,98%	103,13%
Proyecto 10	201,79%	167,67%
Proyecto 11	81,98%	95,27%

Nota: Elaborada a partir de datos de AVTech, QMS Review Q4 2024.

La Figura 1.2 revela una tendencia común en los tres proyectos de muestra analizados: una disminución significativa en el rendimiento durante las etapas finales del proyecto.

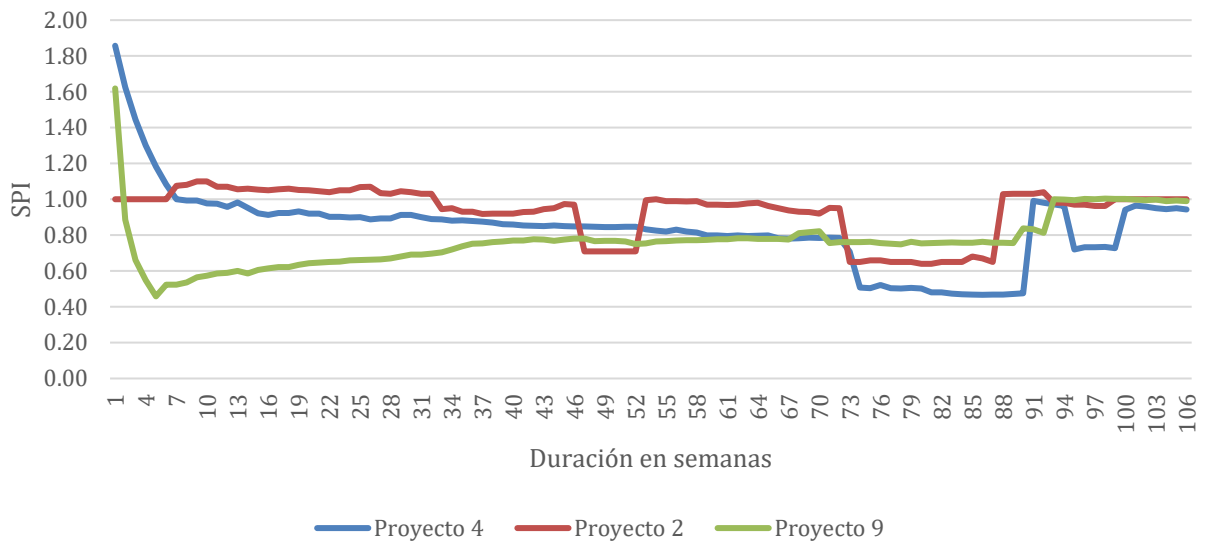
**Figura 1.2** Cost Performance Index, a través de la duración de un proyecto.



Nota: Elaborada a partir de datos de AVTech.

Una causa del problema es que, en los proyectos, la naturaleza secuencial de las actividades provoca que cualquier deficiencia en la planificación, coordinación entre equipos o disponibilidad de recursos genere retrasos acumulados. Cuando las entradas no alcanzan el nivel de madurez requerido (por falta de validaciones tempranas, estimaciones poco realistas o insuficiente priorización), se observa una caída drástica en los indicadores de rendimiento, como se ilustra en la Figura 1.3. Esta situación persiste hasta que los entregables se completan y alcanzan un estado utilizable para las siguientes fases, obligando a la empresa a tomar decisiones reactivas, en lugar de proactivas, frente a dependencias no identificadas oportunamente.

**Figura 1.3** *Schedule Performance Index a través de la duración de un proyecto.*



Nota: Elaborada a partir de datos de AVTech.

Otra causa identificada es que, la actual metodología de gestión de proyectos implementada en AVTech carece de etapas de prototipado cuyo objetivo sea la validación temprana del código, tampoco cuenta con la implementación de entregas continuas o frecuentes y, al ser la última etapa del ciclo la verificación del *software*, los errores se detectan en etapas tardías; lo cual tiene un mayor impacto en costo y cronograma, comparado a los cambios que podrían presentarse en etapas

tempranas de un proyecto. Esto coloca a la empresa en una posición de desventaja competitiva frente a las expectativas y necesidades de sus clientes.

Adicionalmente, otra causa que evidencian los Gerentes de Proyectos es que las metodologías actuales de seguimiento y visualización del progreso, basadas en hojas de cálculo de Excel, no se adaptan a las necesidades actuales de la empresa (detección temprana de cuellos de botella, retrasos en cronograma, fácil visualización de tareas y dependencias, entre otras), como se ilustra en la Figura 1.4.

**Figura 1.4** Método de seguimiento y control en Excel.

Overall Progress	75.00%	70.00%	73.75%					
Task ID	Developer	Status	Peer Reviewer	Formal Reviews	Dev Progress	Rev Progress	Overall Progress	Comments
1	5451-5951	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
2	5451-5951	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
3	5451-5950	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
4	5451-5948	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
5	5451-5947	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
6	5451-5936	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
7	5451-5935	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
8	5451-5932	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
9	5451-5930	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
10	5451-5927	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
11	5451-5926	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
12	5451-5925	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
13	5451-5924	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
14	5451-5923	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
15	5451-5921	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
16	5451-5918	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
17	5451-5872	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
18	5451-5871	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
19	5451-5870	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
20	5451-5868	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
21	5451-5857	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
22	5451-5856	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
23	5451-5855	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
24	5451-5851	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
25	5451-5850	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
26	5451-5847	Rdy for Formal R	unassigned	unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	
27	5451-5845	unassigned		unassigned	75.0%	70.0%	73.8%	

Nota: Tomada de un proyecto activo en la empresa.

La organización emplea actualmente una metodología de asignación, monitoreo y control de tareas basada en hojas de cálculo de Microsoft Excel. Si bien este enfoque facilita la identificación de la asignación de tareas, presenta limitaciones significativas en la visualización del peso relativo de cada tarea y sus interdependencias, tanto dentro de la misma fase, como entre fases. Por ejemplo, el peso relativo puede volver una línea en una tarea que puede tomar más de 40 horas, cuando otra línea puede tomar solamente un par de horas en concluirse; afectando así la distribución equitativa y visualización de cargas de trabajo con sus respectivas dependencias.

Un efecto del problema es que genera insatisfacción entre los clientes finales al requerir la renegociación de presupuestos y cronogramas para la conclusión de los proyectos; considerando los factores que afectaron los indicadores. La extensión de órdenes de compra para cubrir nuevos

alcances y deficiencias en la gestión de proyectos es una práctica habitual en AVTech. La reputación de la empresa se ha visto comprometida en varias ocasiones, debido a que, al ser AVTech un servicio en tercer nivel, los clientes necesitan de las entregas a tiempo y dentro del presupuesto para cumplir sus obligaciones contractuales como proveedores a empresas más grandes.

Otro efecto del problema es que, se ha observado mayor dificultad a la hora de ganar procesos de contratación, tanto con los clientes actuales, como con nuevas oportunidades de negocios con nuevos clientes; esto demostrado con que solo uno de sus clientes actuales abarca casi un 80% de los ingresos de la empresa en el rubro de proyectos (AVTech, 2024b). Durante las últimas negociaciones, los clientes han dejado muy en claro que son sensibles a los cambios de precio y, además, buscan que la propuesta por parte de AVTech sea un número final y que no se exceda al concluir el proyecto. Un ejemplo de esto es la comunicación de un cliente, quien menciona: *“somos altamente sensibles al precio final, por lo cual exigimos una propuesta del tipo precio fijo FFP”* (traducido de un correo recibido de un cliente potencial).

Otro efecto identificado es que, ahora en los términos y condiciones contractuales que se firman entre cliente y empresa, se está considerando las revisiones por parte del departamento legal y ventas; de tal forma que estén blindados ante un eventual sobre costo o entrega fuera de cronograma pactado. Con estos cambios ahora se lee: *aunque AVTech se esforzará razonablemente por realizar el trabajo sin exceder los precios ROM (orden aproximado de magnitud) aquí indicados, se entiende que estos precios ROM son meramente informativos. No deben interpretarse como un compromiso vinculante por parte de AVTech de realizar el trabajo descrito en XXX por un importe igual o inferior a los precios ROM indicados* (AVTech, 2025).

Otro efecto es que los clientes actuales también están buscando cambiar el tipo de contrato que poseen de Tiempo y Materiales (T&M) para poder tener un mayor control sobre el gasto del proyecto; firmando, de ahora en adelante, contratos del tipo Precio Fijo (FFP). Esto queda evidenciado en comunicaciones como la siguiente: *“tal y como mencionó Cliente 4 durante la llamada, están buscando una estimación ‘segura’ (que van a considerar como un máximo por pagar)”*, efectuada por el encargado de ventas, en un correo interno, luego de una reunión con un cliente actual.

#### **1.4 Objetivos**

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto.

#### **1.4.1 Objetivo general.**

Mejorar el proceso de gestión de proyectos de la organización, a través de la revisión bibliográfica, investigación de campo y evaluación de métodos actuales de la organización; incrementando así la probabilidad de lograr el cumplimiento del desempeño del costo y cronograma de los proyectos.

#### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la gestión de proyectos de la organización, a través de un análisis exhaustivo de los métodos actuales de gestión de proyectos de la organización identificando las brechas existentes respecto a otros métodos de gestión.
- Identificar prácticas de gestión de proyectos aplicables a la organización, cultura y tipo de proyectos, mediante una revisión bibliográfica de métodos que optimicen la eficiencia y efectividad de los proyectos de la organización.
- Diseñar una propuesta de mejora para la gestión de proyectos de la organización, basada en el diagnóstico y la identificación de prácticas que reduzcan las brechas actuales.
- Desarrollar una estrategia de implementación de la propuesta de mejora, a través de un plan detallado y factible que facilite su aplicación efectiva.

#### **1.5 Alcance y limitaciones**

En los apartados siguientes, se va a presentar el alcance y las exclusiones de la presente investigación, así como las limitaciones que presenta.

##### **1.5.1 Alcance**

El alcance del presente proyecto de investigación consiste en la elaboración de una propuesta metodológica integral, diseñada para optimizar el desempeño del costo y cronograma de los proyectos gestionados por la empresa.

Esta propuesta incorpora mejores prácticas de gestión de proyectos, así como herramientas adaptadas a las necesidades específicas de los proyectos, y otros elementos identificados como necesarios durante el proceso de investigación; de tal forma que se aborde, de la mejor forma, la problemática planteada. La implementación de esta propuesta se circunscribe al departamento de ingeniería de *software* en su etapa de verificación.

El primer entregable de esta investigación consiste en un diagnóstico exhaustivo de la gestión actual de proyectos en la organización. Este diagnóstico incluye una caracterización

detallada y un análisis crítico del marco metodológico vigente y sus prácticas asociadas. Además, contempla un estudio del tipo de proyectos actuales que posee la organización generando así, en conjunto con el diagnóstico, una identificación de brechas existentes. Para la recopilación de información, se realiza una revisión documental de los recursos disponibles en el departamento de calidad para ingeniería, complementada con entrevistas estructuradas a los directores de proyecto.

El segundo entregable se compone de una evaluación comparativa de los marcos de trabajo disponibles para la gestión de proyectos, su aplicabilidad dentro del marco actual y sus ventajas de aplicación. Esta evaluación detalla, para cada marco de trabajo, las mejores prácticas identificadas, los componentes clave y los conceptos fundamentales, los cuales son considerados en el diseño de la propuesta de solución; además, su evaluación de compatibilidad con la cultura empresarial. La información para esta evaluación se obtiene a través de una revisión exhaustiva de la literatura especializada que se compara contra el modelo de gestión actual de proyectos de la empresa; identificando las posibles brechas a atender.

El tercer entregable consiste en una propuesta de mejora para el marco de trabajo optimizado para la gestión de proyectos. Esta propuesta integra las mejores prácticas actualmente implementadas, junto con aquellas identificadas durante el proceso de investigación. Asimismo, se incluye la actualización o construcción de los procesos que requieran, la incorporación de plantillas cuando sea pertinente, y la definición de herramientas y métricas para la implementación por parte de los equipos de proyecto. La elaboración de esta propuesta se realiza mediante la adaptación de un marco de trabajo existente, diseñado para satisfacer las necesidades específicas de los proyectos en la empresa.

El cuarto entregable corresponde a una estrategia detallada para la implementación del marco de trabajo propuesto para la gestión de proyectos enfocada en la etapa de verificación. Esta estrategia abarca la estimación de costos, la elaboración de un cronograma de implementación y la definición de los pasos estratégicos necesarios para garantizar la adopción efectiva de la metodología propuesta.

### **1.5.2 Limitaciones.**

El acceso a la información de la empresa AVTech se encuentra sujeto a aprobación del Departamento legal y del Director de ingeniería de *software*, debido a que existen datos sensibles que pueden identificar a la empresa y poner en peligro la confidencialidad y los contratos actualmente vigentes con los clientes.

## Capítulo 2 Marco teórico

El presente capítulo desarrolla los conceptos fundamentales y específicos que sustentan esta investigación, estructurándose en cuatro áreas principales: la gestión de proyectos, los marcos de trabajo relevantes, modelos de idoneidad y las herramientas de colaboración. Estos temas constituyen el marco teórico que fundamenta el análisis y la comprensión de los elementos esenciales de esta investigación.

### **2.1 *Proyectos y su gestión.***

La comprensión de los fundamentos conceptuales sobre proyectos y su gestión resulta esencial para la estructuración metodológica de la presente investigación. A continuación, se exponen los conceptos y teorías primordiales que proporcionarán una base analítica robusta para el desarrollo del estudio.

#### **2.1.1 *Definición de proyecto.***

El *Project Management Institute*, de ahora en adelante PMI, lo define como “(...) un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. La naturaleza temporal de los proyectos implica la existencia de un inicio y un final definidos. La conclusión de un proyecto ocurre cuando se alcanzan los objetivos establecidos, cuando se toma la decisión de finalizarlo ante la inviabilidad de cumplir dichos objetivos, o cuando la necesidad que originó el proyecto deja de existir. Los proyectos se emprenden con el propósito de alcanzar objetivos específicos mediante la producción de entregables concretos. Un objetivo se conceptualiza como una meta que guía el trabajo, una posición estratégica deseada, un fin a lograr, un resultado a obtener, un producto a producir o un servicio a prestar (Project Management Institute, 2017a).

Algunas características de esta definición son:

- **Producto, servicio o resultado único:** El desarrollo de un proyecto debe orientarse al cumplimiento de objetivos específicos a través de la generación de entregables concretos. Estos entregables, intrínsecamente ligados a una meta predefinida, culminan en la obtención de un producto, servicio o resultado de carácter singular.
- **Impulsan el cambio:** Los proyectos actúan como catalizadores de la transformación organizacional, facilitando la transición de un estado actual a un estado futuro deseado. Mediante la definición de metas y objetivos, la empresa establece una trayectoria desde

- su situación presente hacia las expectativas planificadas. La culminación exitosa de los proyectos impulsa a la organización hacia este estado futuro.
- **Esfuerzo temporal:** La naturaleza inherente de un proyecto implica su delimitación temporal, caracterizada por un inicio y un fin definidos. El cumplimiento de la meta y la entrega del producto, servicio o resultado único deben enmarcarse en un plazo establecido. Si bien la finalización ideal de un proyecto se asocia con la consecución de sus objetivos, su cierre también puede ocurrir debido a limitaciones presupuestarias, restricciones en la disponibilidad de recursos, o la obsolescencia de la necesidad que lo originó.
  - **Creación de valor al negocio:** El desarrollo de proyectos genera un retorno de valor para la organización, el cual puede manifestarse de forma tangible o intangible. Este valor abarca desde la mejora del prestigio corporativo hasta la adquisición de activos monetarios, representando un beneficio directo o indirecto derivado de la ejecución del proyecto.
  - **Iniciación de un proyecto:** Las organizaciones emprenden proyectos en respuesta a diversos factores, incluyendo: el cumplimiento de requerimientos normativos o contractuales; la satisfacción de solicitudes o necesidades identificadas de los clientes; la implementación o modificación de estrategias de negocio o tecnológicas; y la creación, mejora o reparación de productos, procesos o servicios existentes.

Desde otra perspectiva, un proyecto puede conceptualizarse como un emprendimiento de naturaleza colaborativa, cuyo propósito fundamental reside en la creación de productos o servicios innovadores, o en la consecución de resultados específicos que se alineen directamente con la declaración de la visión del proyecto. Se anticipa, de manera general, que los resultados derivados de la ejecución de proyectos generen un valor significativo para el negocio o servicio en cuestión, contribuyendo a la consecución de objetivos estratégicos y a la mejora del desempeño organizacional (SCRUMstudy(TM), 2019).

### ***2.1.2 Ciclo de vida de los proyectos.***

Según el PMI, el ciclo de vida del proyecto es una serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión (Project Management Institute, 2017a).

Las fases del ciclo de vida pueden ser secuenciales, iterativas o superpuestas. Una fase de proyecto se define como un conjunto de actividades interrelacionadas de manera lógica, cuya

culminación se materializa con la finalización de uno o más entregables específicos. Estas fases se caracterizan por diversos atributos inherentes, los cuales pueden ser definidos y medidos de forma particular para cada etapa del ciclo de vida del proyecto (Project Management Institute, 2017a). Una estructura genérica del ciclo de vida del proyecto normalmente incluye las siguientes características:

- ***Inicio.***
- ***Organización y preparación.***
- ***Ejecución.***
- ***Cierre.***

La selección del ciclo de vida del proyecto debe ser lo suficientemente flexible para enfrentar la diversidad de factores incluidos en el proyecto. La flexibilidad puede lograrse identificando los procesos a llevar a cabo en cada fase, llevándolos a cabo en la fase adecuada y ajustando los atributos de una fase. La decisión sobre el mejor ciclo de vida para cada proyecto es función del equipo de dirección del proyecto (Project Management Institute, 2017).

Además, según el PMBOK®, los proyectos pueden tener una o más fases asociadas al desarrollo del producto, servicio o resultado, lo que se denomina ciclo de vida del desarrollo. Estos ciclos de vida del desarrollo pueden ser:

- **Predictivos:** Los ciclos de vida predictivos se caracterizan por la determinación exhaustiva del alcance, el cronograma y los costos del proyecto en las fases iniciales de su desarrollo. Cualquier modificación al alcance original se somete a un riguroso proceso de gestión de cambios. Estos ciclos, también denominados en cascada, son apropiados cuando los requisitos del proyecto y del producto pueden definirse, recopilarse y analizarse de manera integral al inicio del proyecto
- **Iterativos:** En los ciclos de vida iterativos, el alcance general del proyecto se establece tempranamente; sin embargo, las estimaciones de tiempo y costo se revisan y ajustan periódicamente a medida que se profundiza la comprensión del producto. El desarrollo del producto se realiza a través de una secuencia de ciclos repetidos, cuyo objetivo es refinar el producto o el resultado mediante la elaboración de prototipos sucesivos o pruebas de concepto.
- **Incrementales:** Los ciclos de vida incrementales se distinguen por la producción del entregable a través de una serie de iteraciones secuenciales, cada una añadiendo

- funcionalidad dentro de un marco temporal predefinido. El entregable final alcanza la capacidad necesaria y suficiente para considerarse completo únicamente tras la conclusión de la última iteración. Este enfoque optimiza la velocidad de entrega.
- **Adaptativos:** Los ciclos de vida adaptativos, también conocidos como ágiles, exhiben características iterativas e incrementales. El alcance detallado de cada iteración se define y aprueba inmediatamente antes de su inicio. Estos ciclos están diseñados para responder eficazmente a altos niveles de cambio y requieren una participación continua y activa de los interesados. Los enfoques ágiles integran la iteración y la entrega incremental para refinar los elementos de trabajo y realizar entregas frecuentes de valor.
  - **Híbridos:** Los ciclos de vida híbridos representan una combinación estratégica de elementos predictivos y adaptativos. Aquellos componentes del proyecto con requisitos bien definidos y estables se gestionan mediante un ciclo de vida predictivo, mientras que los elementos sujetos a evolución se abordan con un ciclo de vida adaptativo. La selección de un ciclo de vida híbrido puede ser una estrategia deliberada de los equipos de proyecto para mitigar los riesgos específicos del proyecto.

Es importante destacar que los ciclos de vida de los proyectos son independientes de los ciclos de vida de los productos. El ciclo de vida del producto es la serie de fases que representan la evolución de un producto, desde el concepto hasta la entrega, el crecimiento, la madurez y el retiro (Project Management Institute, 2021).

### ***2.1.3 Gestión de proyectos***

La gestión de proyectos constituye el mecanismo fundamental a través del cual las organizaciones pueden materializar sus proyectos. Si bien la empresa define los objetivos estratégicos, la implementación de una gestión de proyectos eficaz resulta indispensable para su consecución. Esta disciplina permite la planificación sistemática, la organización eficiente y la coordinación precisa de los recursos y las actividades requeridas, asegurando así el cumplimiento de los objetivos establecidos.

También es un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizado por quienes trabajan en una disciplina. Los proyectos comprenden varios componentes clave que, cuando se gestionan eficazmente, conducen a su conclusión exitosa. Estos componentes clave se explican en detalle a través de las Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos y los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (Project Management Institute, 2017a).

La gestión de un proyecto también se estructura en grupos de procesos que son agrupaciones lógicas de las entradas, herramientas, técnicas y salidas relacionadas con la dirección de proyectos. Estos grupos de procesos, según el Project Management Institute (2017) típicamente incluyen:

- **Inicio.**
- **Planificación.**
- **Ejecución.**
- **Monitoreo y Control.**
- **Cierre.**

La gestión de un proyecto es un esfuerzo complejo que requiere la coordinación y el control de múltiples elementos, incluyendo las áreas de conocimiento, los grupos de procesos, la planificación detallada, la gestión de recursos, el involucramiento de los interesados, el liderazgo efectivo, la aplicación de metodologías apropiadas y la comprensión del ciclo de vida del proyecto dentro de un marco de gobernanza (Girón Sevillano, 2021).

## ***2.2 Marcos de trabajo para la gestión.***

Los marcos de trabajo para la gestión son estructuras, guías o conjuntos de principios que proporcionan un enfoque para organizar, planificar y ejecutar el trabajo para lograr objetivos específicos. Estos marcos son de referencia con funciones y procesos que orientan las actividades (Project Management Institute, 2021).

En el contexto de la dirección de proyectos, los marcos de trabajo son fundamentales para definir el ciclo de vida del proyecto, los procesos a seguir, los roles y responsabilidades, y las herramientas y técnicas a utilizar. No existe un único marco de gobernanza eficaz para todas las organizaciones, por lo que deben adaptarse a la cultura organizacional, los tipos de proyectos y las necesidades específicas (Project Management Institute, 2017).

### ***2.2.1 Métodos predictivos***

Los métodos predictivos son un enfoque de gestión más tradicional en el que la mayor parte de la planificación ocurre por adelantado. En estos métodos, el alcance, el tiempo y el costo del proyecto se definen, recopilan y analizan en las fases tempranas del ciclo de vida del proyecto. Este enfoque también se conoce como enfoque en cascada (Project Management Institute, 2021).

Según el *Project Management Institute* (2021), un factor determinante para la aplicación de un enfoque predictivo reside en la naturaleza de los requisitos del proyecto y del producto. En

estos escenarios, se alcanza un alto nivel de detalle en la especificación de los requisitos desde el inicio, lo que sustenta la planificación predictiva.

Además, resalta que una ventaja inherente al enfoque de desarrollo predictivo radica en su capacidad para mitigar significativamente el nivel de incertidumbre en las etapas tempranas del proyecto. Al establecer un plan detallado desde el inicio, el equipo del proyecto puede abordar y resolver potenciales riesgos e incógnitas de manera proactiva, disminuyendo así la incertidumbre a medida que el proyecto avanza.

El autor Girón (2021) menciona que una característica distintiva de los enfoques predictivos reside en la naturaleza limitada de la retroalimentación o *feedback* continuo durante el ciclo de vida del proyecto. Debido a la planificación exhaustiva inicial, la interacción con los interesados y la incorporación de sus opiniones suelen concentrarse en las fases tempranas. Esta menor frecuencia en la retroalimentación puede dificultar la adaptación a cambios emergentes o la incorporación de nuevos conocimientos adquiridos durante la ejecución del proyecto.

Adicionalmente indica que, en los marcos predictivos, la estimación del proyecto, que abarca el alcance, el cronograma y los costos, se establece y considera cerrada una vez que la fase de ejecución se inicia. Si bien pueden existir procesos formales de gestión de cambios, las modificaciones significativas a las estimaciones originales suelen ser complejas y requieren una justificación sustancial. Esta rigidez en la estimación busca mantener la estabilidad del plan inicial, pero puede limitar la flexibilidad ante imprevistos o la necesidad de ajustes sustanciales.

Asimismo, muestra que las metodologías tradicionales, ejemplificadas por el modelo *Waterfall*, se fundamentan en una concepción anticipativa y eminentemente basada en procesos estructurados. En estos enfoques predictivos, la primacía recae en la adherencia rigurosa a los procesos definidos, estableciendo una secuencia lineal de fases con entregables específicos en cada etapa. La planificación detallada y la documentación exhaustiva de los procesos son elementos centrales para asegurar la predictibilidad y el control durante la ejecución del proyecto.

Finalmente destaca que los proyectos que adoptan metodologías predictivas tienden a presentar una duración generalmente media o larga en comparación con aquellos gestionados bajo enfoques ágiles. La naturaleza secuencial de las fases y la planificación detallada que precede a la ejecución a menudo implican cronogramas más extensos. Esta mayor duración puede influir en la capacidad de respuesta a las dinámicas cambiantes del entorno del proyecto y del mercado.

En el marco de los distintos enfoques de gestión de proyectos, es fundamental reconocer que, independientemente del método seleccionado, todos deben apoyarse en una estructura de gestión integral que permita coordinar las diferentes dimensiones que intervienen en un proyecto. Esta coordinación implica atender simultáneamente múltiples factores que pueden influir en el tiempo, el costo y la calidad de los resultados. Estos se denominan "gestión de gestiones" y se corresponden con las Áreas de Conocimiento de la dirección de proyectos. El Project Management Institute (2017a) menciona las siguientes Áreas de Conocimiento:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** Enfocada en la dirección general del proyecto, combinando y coordinando los diversos procesos y actividades.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** Para asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y solo el trabajo requerido.
- **Gestión del Cronograma del Proyecto:** Para administrar la finalización del proyecto a tiempo.
- **Gestión de los Costos del Proyecto:** Involucrada en la planificación, estimación, presupuestación, financiación, gestión y control de los costos.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Para incorporar la política de calidad de la organización en la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad.
- **Gestión de los Recursos del Proyecto:** Para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios. Esto incluye tanto recursos físicos como el equipo del proyecto.
- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Para garantizar la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control y monitoreo de la información del proyecto.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos.
- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** Para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos fuera del equipo del proyecto.
- **Gestión de los Interesados del Proyecto:** Para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, analizar sus expectativas y desarrollar estrategias de gestión adecuadas.

Asimismo, el Project Management Institute (2017a) también define cinco grupos de procesos como:

- **Grupo de Procesos de Inicio:** Define un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente y obtiene la autorización formal para comenzar. Su objetivo es alinear las expectativas de los interesados con el propósito del proyecto y dar visibilidad sobre el alcance y los objetivos.
- **Grupo de Procesos de Planificación:** Establece el alcance total del esfuerzo, refina los objetivos y define el curso de acción necesario para alcanzar dichos objetivos. Este grupo de procesos desarrolla el plan para la dirección del proyecto y los documentos necesarios para llevarlo a cabo.
- **Grupo de Procesos de Ejecución:** Completa el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos y objetivos establecidos. En esta fase se utiliza la mayor parte del presupuesto y los recursos del proyecto.
- **Grupo de Procesos de Monitoreo y Control:** Hace seguimiento, revisa y regula el progreso y el desempeño del proyecto. Su objetivo es identificar áreas que requieran cambios en el plan e iniciar dichos cambios.
- **Grupo de Procesos de Cierre:** Completa o cierra formalmente un proyecto, una fase o un contrato. Verifica que todos los procesos definidos se hayan completado.

Estos grupos de procesos se relacionan con las áreas de conocimiento según la Tabla 1-1 contenida en *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* de Project Management Institute (2017a).

### **2.2.2 Métodos ágiles**

Generalmente, el término "ágil" alude a la cualidad de moverse o responder con presteza y desenvoltura. Trasladada al ámbito de la gestión de proyectos, la gestión ágil de proyectos implica la adopción de una postura inherentemente adaptativa durante el proceso de creación de un producto, servicio u otro entregable priorizando la entrega de valor continuo y la colaboración estrecha con los interesados (SCRUMstudy(TM), 2019). Los métodos ágiles representan una mentalidad definida por valores, guiada por principios y manifestada a través de muchas prácticas diferentes.

Los métodos ágiles surgieron como respuesta a los rápidos cambios en la tecnología, las demandas y expectativas del mercado, que generaron desafíos al utilizar los modelos tradicionales

de gestión de proyectos. Estos métodos buscan abordar las deficiencias asociadas con los modelos tradicionales para satisfacer las crecientes demandas y expectativas que enfrentan las organizaciones. Mientras que los modelos tradicionales a menudo enfatizan una amplia planificación anticipada y se ajustan al plan una vez establecido, los métodos ágiles dependen de la planificación adaptativa y del desarrollo y la entrega iterativa. El foco principal de los métodos ágiles está en el valor de las personas al hacer eficazmente el trabajo (SCRUMstudy(TM), 2019).

El enfoque ágil se aplica con mayor frecuencia en entornos caracterizados por una elevada incertidumbre y la prevalencia del cambio. Para facilitar una comprensión más profunda de este paradigma, a continuación, se presentan los principios fundamentales enunciados en el Manifiesto Ágil (Agile Alliance, 2001):

- Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.
- Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo.
- Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.
- Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
- Los proyectos se desarrollan en torno a individuos motivados.
- El método más eficiente y efectivo de comunicar información es la conversación cara a cara.
- El software funcional es la medida principal de progreso.
- Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible.
- La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la agilidad.
- La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
- Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos autoorganizados.
- A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia.

Ejemplos de métodos ágiles incluyen *Scrum*, *Kanban*, *Extreme Programming*, *Crystal Methods*, *Dynamic Systems Development Methods*, *Feature Driven Development*, *Test Driven Development*, *Adaptive Software Development*, *Agile Unified Process*, y *Lean Software Development*. La elección de un método ágil específico depende de las características del proyecto,

como el tamaño del equipo, la distribución del equipo, la criticidad del proyecto y las prioridades (Girón Sevillano, 2021).

### **2.2.2.1 Scrum**

Scrum se define como un marco de trabajo de gestión de proyectos ligero, diseñado para facilitar la colaboración y la generación de valor por parte de individuos, equipos y organizaciones. Su enfoque se centra en la provisión de soluciones adaptativas para abordar problemas de naturaleza compleja, promoviendo la flexibilidad y la inspección continua a lo largo del ciclo de desarrollo (Schwaber & Sutherland, 2020).

En un análisis más detallado de la Guía Práctica de Ágil del PMI (2017), *Scrum* se caracteriza como un marco de referencia de proceso de equipo distintivo, cuya aplicación primordial reside en la gestión del desarrollo de productos complejos. Este marco de trabajo se estructura en torno a roles definidos, eventos específicos, objetos concretos y un conjunto de reglas explícitas, empleando un enfoque iterativo para la entrega incremental de productos funcionales.

Además, mencionan que la ejecución de *Scrum* se articula a través de períodos de tiempo preestablecidos, con una duración máxima de un mes y una consistencia temporal denominada *Sprint*. Durante cada *sprint*, se produce un incremento del producto que posee la cualidad de ser potencialmente distribuido. El *sprint* constituye el pilar fundamental o el núcleo operativo de Scrum, representando un lapso temporal de aproximadamente un mes durante el cual se elabora un incremento del producto con la designación de "Terminado", implicando su usabilidad y potencial para ser desplegado.

Asimismo, describe que *Scrum* se erige como un marco de trabajo ágil diseñado para el desarrollo y el mantenimiento de productos de complejidad significativa, integrando roles específicos, eventos estructurados y objetos definidos para facilitar la gestión iterativa y la entrega de valor continuo.

El SCRUMstudy™ (2019) afirma que existen al menos tres elementos o artefactos claves para *Scrum*. El *Product Backlog*, lo define como una lista o "pila" dinámica de los requisitos o especificaciones del producto, creada y gestionada por el *Product Owner*, quien es responsable de su contenido, disponibilidad y ordenación. Además, destaca que es una lista dinámica que evoluciona a medida que se aprende más sobre el producto. El *Sprint Backlog*, junto con el *Product Backlog*, representa el trabajo a realizar, pero limitado a la duración y definición del *Sprint*. El

*Increment* representa el trabajo realizado al final de cada *Sprint*, destaca que debe funcionar en conjunto con los que se van entregando para sumar al producto final.

Según Schwaber & Sutherland (2020) se pueden definir los siguientes artefactos:

- **Product Backlog:** Es una lista emergente y ordenada de todo lo que se necesita para mejorar el producto. Actúa como la única fuente de trabajo que realiza el Equipo *Scrum*. Esta lista nunca se considera completa, ya que evoluciona durante la vida del producto. Se compone de *Product Backlog Items* o elementos, que suelen ser historias de usuario. Cada elemento debe tener una descripción, orden, estimación y valor. Las historias de usuario son descripciones breves de un resultado deseado desde la perspectiva del usuario final. Las historias más grandes, llamadas Épicas, se descomponen en historias más pequeñas y manejables.
- **Sprint Backlog:** Es el conjunto de elementos del *Product Backlog* seleccionados para un *Sprint* específico, junto con un plan de acción para entregar al final del ciclo. Se crea durante la reunión de planificación del *sprint*. El equipo pronostica qué elementos de la lista del producto puede terminar en ese *sprint*.
- **Incrementos:** Es la suma de todos los elementos del *Product Backlog* completados durante un *sprint* y el valor de los incrementos de todos los *sprints* anteriores. Cada incremento debe ser funcional, útil y potencialmente entregable. Un elemento no puede considerarse parte de un Incremento a menos que cumpla con la Definición de Terminado. Esta es una descripción formal del estado del Incremento cuando cumple con las medidas de calidad requeridas para el producto. Esta crea transparencia al proporcionar un entendimiento compartido de qué trabajo se ha completado.

De la misma forma, en *Scrum* se definen dos tipos de roles: roles principales y roles secundarios. Los roles principales se definen como obligatorios para crear el producto del proyecto, están plenamente comprometidos con el mismo y son responsables del éxito de cada *sprint* y del proyecto en su totalidad. Estos roles, en conjunto, se conocen como el equipo principal de *Scrum*(SCRUMstudy(TM), 2019). Los roles principales definidos por el SCRUMstudy™ (2019) son:

- **Product Owner:** Es el rol central responsable de maximizar el valor del negocio del proyecto, actuando como la voz del cliente y gestionando integralmente el *Product Backlog* a través de su creación, priorización y refinamiento. Sus responsabilidades

- abarcen la articulación de requisitos, el mantenimiento de la justificación del negocio, la definición de criterios de terminado y aceptación de entregables, la participación en la planificación y retrospectivas, la comunicación de requerimientos al Equipo *Scrum*, la evaluación de viabilidad y riesgos, la priorización de historias de usuario y riesgos, y la garantía de que los niveles de riesgo sean aceptables.
- ***Scrum Master:*** Actúa como un facilitador clave, asegurando un entorno colaborativo y productivo para el Equipo *Scrum* al guiar, facilitar y enseñar las prácticas de *Scrum* a todos los involucrados. Sus responsabilidades primarias incluyen preservar el proceso *Scrum*, hacer coaching al equipo para eliminar impedimentos y protegerlo de interrupciones externas, moderar y facilitar las interacciones y eventos de *Scrum*, actuar como coach y motivador, y colaborar con el *Product Owner* en la creación del *Product Backlog*. Adicionalmente, coordina la planificación de la liberación, facilita la creación de historias de usuario y sus criterios de aceptación, asiste en la estimación y compromiso de historias, la creación del *Sprint Backlog* y el *Sprint Burndown Chart*, la identificación y evaluación de problemas, solicitudes de cambio y riesgos, diferenciándose del rol tradicional del director de proyecto.
  - ***Equipo Scrum:*** Es un grupo multidisciplinario y autoorganizado, cuyos miembros poseen colectivamente las habilidades necesarias para entregar un producto funcional sin dependencias externas. Su responsabilidad primordial radica en comprender los requisitos definidos por el *Product Owner*, estimar las historias de usuario y tareas, y crear los entregables del proyecto, comprometiéndose con las historias para cada sprint y decidiendo la mejor manera de completar el trabajo. Además, son encargados de generar la lista de tareas del sprint, participar activamente en la reunión diaria para revisar el progreso y planificar el trabajo, identificar e implementar acciones de mitigación de riesgos, señalar impedimentos, actualizar el *Scrumboard*, participar en la refinación del *Product Backlog* y demostrar los entregables al *Product Owner*. El equipo también contribuye a la mejora continua mediante su participación en las retrospectivas del sprint y de la liberación, asegurando el cumplimiento de los criterios de aceptación, llevando a cabo la justificación continua del valor, sugiriendo mejoras, buscando ayuda internamente cuando sea necesario, y colaborando con el *Product Owner* en la identificación de riesgos y dependencias, manteniendo su

autoorganización y asumiendo la propiedad de las tareas con un conocimiento técnico y una perspectiva interfuncional, siendo independientes y responsables.

Los roles secundarios definidos por el SCRUMstudy™ (2019) son:

- **Interesados del Negocio:** Incluyen clientes, usuarios y patrocinadores. Interactúan frecuentemente con el *Product Owner*, el *Scrum Master* y el Equipo *Scrum* para brindar aportes y facilitar la creación de los entregables del proyecto. Pueden participar en procesos importantes como la creación de la visión del proyecto, el desarrollo de épicas, la creación del *Product Backlog*, la planificación de la liberación y las retrospectivas. Su satisfacción es un objetivo clave.
- **Scrum Guidance Body:** Es un rol opcional, generalmente consistente en un conjunto de documentos o un grupo de expertos que definen objetivos relacionados con la calidad, regulaciones, seguridad y otros parámetros clave de la organización. Guían el trabajo del *Product Owner*, el *Scrum Master* y el Equipo *Scrum*. Pueden proporcionar criterios de selección, asesoramiento, capacitación y recomendaciones. También pueden establecer lineamientos generales y métricas.

De manera similar, Girón (2021) y SCRUMstudy™ (2019) definen los principales eventos de *Scrum* como los siguientes:

- **Sprint:** Es un periodo de tiempo de duración fija, generalmente de un mes o menos, durante el cual se crea un Incremento de producto "Terminado" y potencialmente entregable. El Sprint contiene todos los demás eventos.
- **Sprint Planning:** Es una reunión al inicio de cada *Sprint* donde el Equipo *Scrum* planifica el trabajo que se realizará durante el *Sprint*. Se seleccionan los elementos del *Product Backlog* y se elabora el *Sprint Backlog*, definiendo también el objetivo del *Sprint*.
- **Daily Scrum:** Es una reunión breve, de no más de 15 minutos, que se celebra diariamente por el Equipo de Desarrollo para inspeccionar el progreso hacia el objetivo del *Sprint* y adaptar el *Sprint Backlog* según sea necesario. Cada miembro del equipo informa sobre lo que hizo el día anterior, lo que hará hoy y cualquier impedimento.
- **Sprint Review:** Es una reunión al final del *Sprint* para inspeccionar el Incremento y adaptar el *Product Backlog* si es necesario. El Equipo *Scrum* presenta el trabajo que ha

"Terminado" a los interesados, y se recibe retroalimentación que puede influir en el próximo *Sprint*.

- **Retrospectiva del Sprint:** Es una reunión que se lleva a cabo después del *Sprint Review* y antes del próximo *Sprint Planning*, donde el Equipo Scrum reflexiona sobre el *Sprint* pasado en cuanto a personas, interacciones, procesos y herramientas. El objetivo es identificar y planificar mejoras para aumentar la eficacia del equipo en el futuro.

A manera de resumen, Scrum se puede dividir en 19 procesos y cinco fases como se observa en la Tabla 2.1. Cada proceso, contiene las actividades y el flujo que debería tener el proyecto basado en Scrum(SCRUMstudy(TM), 2019).

**Tabla 2.1** *Procesos de Scrum.*

Fase	Proceso	Descripción
<b>Iniciar</b>	1. Crear la visión del producto.	Se lleva a cabo la revisión del caso de negocio del proyecto, lo que resulta en la declaración de una visión que proporcionará inspiración y dirección a lo largo de su desarrollo. En este proceso, se determina quién será el <i>Product Owner</i> .
	2. Identificar el <i>Scrum Master</i> y el <i>Stakeholder(s)</i> .	Se identifican al <i>Scrum Master</i> y a los <i>stakeholders</i> aplicando criterios de selección específicos.
	3. Formar el equipo Scrum.	Se lleva a cabo la identificación de los miembros del equipo <i>Scrum</i> . El <i>Product Owner</i> es quien principalmente selecciona al equipo, pudiendo solicitar la colaboración del <i>Scrum Master</i> .
	4. Desarrollo de épica(s).	Se realiza en concordancia con la visión del proyecto. Puede ser a través de reuniones con <i>stakeholders</i> .

Fase	Proceso	Descripción
	5. Crear el <i>Backlog</i> priorizado del producto.	Las épicas se refinan, elaboran y priorizan para generar un <i>Backlog</i> priorizado. En este proceso, se definen los criterios de terminado.
	6. Realizar la planificación del lanzamiento.	El equipo <i>Scrum</i> examina el <i>Backlog</i> priorizado para generar un cronograma de planificación de lanzamiento. Al mismo tiempo, se decide la duración de los <i>Sprints</i> .
<b>Planear y estimar</b>	7. Crear historias de usuarios.	Se desarrollan las historias de usuario y los criterios de aceptación, comúnmente redactados por el <i>Product Owner</i> , con el fin de asegurar que los requerimientos del cliente estén bien definidos.
	8. Aprobar, estimar y comprometer las historias de los usuarios.	Dentro de la planificación de un <i>Sprint</i> , el <i>Product Owner</i> aprueba las historias de usuario a trabajar. El <i>Scrum Master</i> y el equipo estiman el esfuerzo para desarrollar la funcionalidad de cada historia, y el equipo se compromete a entregar estas funcionalidades al cliente.
	9. Crear tareas.	Las historias de usuario se dividen en tareas, y durante este proceso se crea la lista de tareas.
	10. Estimar el trabajo.	Como resultado de estimar el tiempo de desarrollo de cada tarea, se obtiene una lista del esfuerzo estimado para cada tarea.
	11. Crear el <i>Sprint Backlog</i> .	El <i>Sprint Backlog</i> , que contiene todas las tareas necesarias para el <i>Sprint</i> , es creado por el <i>Scrum Team</i> .

Fase	Proceso	Descripción
<b>Implementar</b>	12. Crear entregables.	En este proceso, el trabajo se centra en el desarrollo de los elementos del <i>Sprint Backlog</i> . El seguimiento de las actividades y tareas puede facilitarse mediante el uso de la tabla de <i>Scrum</i> .
	13. Realizar <i>Daily Scrum</i> .	Reunión diaria del equipo con el fin de informar sobre los avances y los impedimentos encontrados.
	14. Refinar el <i>Backlog</i> priorizado del producto.	El <i>Backlog</i> es objeto de revisiones periódicas para asegurar su actualización.
<b>Revisión y Retrospectiva</b>	15. Convocar <i>Scrum de Scrums</i> .	En el caso de haber varios equipos <i>Scrum</i> , se cita a sus representantes a una reunión con el fin de dar seguimiento a los progresos, los impedimentos y las dependencias de cada equipo.
	16. Demostrar y validar el <i>Sprint</i> .	El objetivo de esta reunión es obtener la aprobación y la aceptación del <i>Product Owner</i> para los entregables que el equipo ha desarrollado en el <i>Sprint</i> .
	17. Retrospectiva del <i>Sprint</i> .	El <i>Scrum Master</i> y el equipo <i>Scrum</i> se juntan para discutir las lecciones que surgieron a lo largo del <i>Sprint</i> . Es importante documentar esta información para poder aplicarla en <i>Sprints</i> futuros.
<b>Lanzamiento</b>	18. Envío de los entregables.	Se procede a la aceptación y entrega de los entregables a los <i>Stakeholders</i> pertinentes. Como paso final, se realiza la documentación del cierre del proyecto.

Fase	Proceso	Descripción
	19. Retrospectiva del proyecto.	Tras la reunión de retrospectiva del proyecto, se procede a documentar las lecciones aprendidas por el equipo.

Nota: Elaborada con datos del SCRUMstudy(TM) (2019) .

Así se observa un resumen claro de los procesos de Scrum, lo que permite una comprensión detallada de las actividades y el flujo de trabajo en cada una de sus fases, desde el inicio hasta el lanzamiento de los entregables.

#### 2.2.2.2 *Kanban*

El Método *Kanban* es un enfoque ágil y Lean que se centra en la visualización del flujo de trabajo, la limitación del trabajo en curso y la mejora continua, tomando como inspiración los sistemas de producción *Just-In-Time*. Es menos prescriptivo que otros métodos ágiles y se puede implementar de forma evolutiva, comenzando con los procesos actuales de un equipo (Project Management Institute, 2017a).

Según la Guía Práctica de Ágil del PMI (2017) se pueden identificar hasta seis prácticas generales que definen cada una de las actividades del sistema *Kanban*. La primera es visualizar el flujo de trabajo, esto se logra a través de tableros *Kanban* que permiten ver el trabajo en curso y facilitan la comprensión del flujo por parte de todos. La visualización del flujo de trabajo y la restricción cuantitativa de las tareas en curso buscan acortar los tiempos de entrega.

Otra actividad es limitar el trabajo en curso para restringir el número de elementos de trabajo en el sistema *Kanban*. Esto ayuda a lograr un flujo de trabajo más rápido y continuo, reduciendo los tiempos de entrega al evitar que los miembros del equipo cambien constantemente entre tareas. Enfatiza que es más importante terminar el trabajo que empezar uno nuevo.

De la misma forma, define gestionar el flujo como parte del foco de *Kanban*, prestando especial atención a todo lo que lo obstaculiza, como bloqueos y cuellos de botella. El objetivo es establecer un flujo de trabajo rápido, predecible y consistente.

Entre otras actividades se mencionan hacer explícitas las políticas del proceso, implementar ciclos de realimentación y mejorar colaborativamente.

Los roles principales que se definen para *Kanban* son *Flow Master* y *Service Request Manager*. El *Flow Master* se define como el coach de un equipo y administrador de solicitudes de

servicio que trabaja en un esquema de flujo continuo o un contexto *Kanban*. Se indica que este rol es equivalente al *Scrum Master*. Esto sugiere que el *Flow Master*, al igual que un *Scrum Master*, se enfoca en facilitar el trabajo del equipo, eliminar impedimentos y asegurar que se sigan las prácticas de *Kanban* para optimizar el flujo de trabajo. Los líderes de servicio, como el *Flow Master*, ayudan a sus equipos a colaborar para aportar valor más rápidamente. También manejan relaciones para crear comunicación y coordinación dentro del equipo y en toda la organización, ayudando a eliminar impedimentos y simplificar procesos.

El *Service Request Manager* se describe como la persona responsable de ordenar las solicitudes de servicio para maximizar el valor en un entorno de flujo continuo o *Kanban*. Se establece que este rol es equivalente al *Product Owner* ya que se encarga de priorizar el trabajo y asegurarse de que el equipo se centre en entregar el mayor valor posible.

Una característica crucial del flujo de trabajo de *Kanban* es el "sistema tipo pull". En un sistema pull, el trabajo no se asigna automáticamente a la siguiente etapa, sino que los miembros del equipo "tiran" las tareas desde la etapa anterior únicamente cuando tienen capacidad disponible para ejecutarlas. Este enfoque evita la sobrecarga y mantiene un flujo de trabajo equilibrado.

El enfoque de *Kanban* está en gestionar el flujo de trabajo. Se presta especial atención a todo lo que obstaculiza el flujo, como bloqueos y cuellos de botella. El trabajo se representa visualmente en el tablero mediante tarjetas o "*kanbans*". Cada tarjeta corresponde a una tarea específica o un elemento de trabajo. A medida que el trabajo avanza a través de las diferentes etapas, la tarjeta se mueve de una columna a la siguiente, visualizando su progreso por el ciclo de desarrollo del proyecto. Si las tarjetas comienzan a acumularse en una columna, indica un problema en esa etapa que necesita ser identificado y resuelto para que el trabajo continúe fluyendo sin problemas (Project Management Institute, 2017a).

Al centrarse en la limitación del trabajo en curso, la identificación temprana de cuellos de botella y la mejora continua, *Kanban* proporciona una base metodológica que equilibra el cumplimiento normativo con la necesidad de agilidad y respuesta rápida, alineándose con los objetivos de optimización y control planteados en esta investigación.

### **2.2.2.3 Lean**

La filosofía de gestión *Lean* se define como una forma de pensar que se deriva de los principios del Sistema de Producción de Toyota (TPS) propuestos por Taiichi Ohno en 1956. Estos principios se dieron a conocer como principios *Lean* (Girón Sevillano, 2021). El pensamiento *Lean*

se centra en seis elementos: entrega de valor, respeto por las personas, reducción del desperdicio, transparencia, adaptación al cambio y mejora continua (Project Management Institute, 2017a).

El autor Girón (2021) también lo define alrededor del *Lean Software Development*, para poder detallar siete principios en los que se desenvuelve *Lean*:

- ***Eliminar el desperdicio:*** Este principio fundamental establece que el desperdicio es todo aquello que no produce valor en el cliente.
- ***Amplificar el aprendizaje:*** Este principio se centra en la importancia de fomentar el aprendizaje continuo. Además, el principio de LSD "Decidir lo más tarde posible" también contribuye a amplificar el aprendizaje al permitir que las decisiones se tomen con más información disponible.
- ***Decidir lo más tarde posible:*** Este principio aboga por retrasar las decisiones hasta el último momento responsable para permitir más flexibilidad y mejor información. Retrasar las decisiones permite incorporar el aprendizaje y la nueva información que surja a medida que avanza el proyecto.
- ***Entregar lo más rápido posible:*** Este principio enfatiza la importancia de enfocarse en la entrega temprana y continua de valor. Entregar rápidamente permite obtener retroalimentación temprana del cliente y realizar ajustes si es necesario, lo que a su vez reduce el riesgo de construir algo que no satisfaga sus necesidades.
- ***Empoderar al equipo:*** Este principio promueve dar autonomía y responsabilidad al equipo para que tome decisiones y resuelva problemas, además enfatiza el liderazgo de servicio como una forma de empoderar a los equipos.
- ***Construir integridad:*** Este principio se refiere a la necesidad de asegurar la calidad y la coherencia en el producto y el proceso.
- ***Ver el todo:*** Este principio subraya la importancia de optimizar el flujo de valor completo, no solo partes aisladas. Ver el todo implica comprender las interdependencias y optimizar el sistema en su conjunto para maximizar el valor entregado al cliente.

Asimismo, se utilizan los 14 principios del Sistema de Producción de Toyota para ampliar y sentar las bases de la filosofía Lean como se lee en la Tabla 2.2 (ScrumMaster, 2003).

**Tabla 2.2 14 Principios de TPS.**

Concepto	Principios	Descripción
Filosofía (pensamiento a largo plazo)	1. Base sus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, a expensas de lo que suceda con los objetivos financieros a corto plazo.	Alejándose de la inmediatez, la filosofía de Toyota se centra en una visión a largo plazo que permite el desarrollo de una organización alineada y responsable de su futuro. Sus decisiones toman en cuenta a la compañía, sus empleados, los clientes y la sociedad en su totalidad. Este principio distintivo busca la alineación de toda la empresa hacia un objetivo compartido: la creación de valor no solo para la propia Toyota, sino también para el cliente, la sociedad y la economía.
Proceso (eliminación de los despilfarros)	2. Cree procesos en flujo continuo para hacer que los problemas salgan a la superficie.	Este principio plantea como ideal una producción según la demanda, "pieza a pieza" y sin inventarios, ajustándose al ritmo del cliente como medio para eliminar cualquier forma de desperdicio. La propuesta de <i>Lean</i> para lograrlo incluye la agrupación del personal y los equipos por líneas de producto, en contraposición a las funciones específicas, con el objetivo de que los problemas se hagan visibles rápidamente. Además, promueve procesos de trabajo que operen bajo un flujo continuo de valor, haciéndolo evidente para toda la cultura organizativa.
	3. Utilice sistemas <i>Pull</i> (tirar) para evitar producir en exceso.	La producción se activa por la demanda ( <i>Pull</i> ), es decir, por las necesidades reales del cliente, lo que implica que la fabricación solo ocurre cuando se reciben las solicitudes de los clientes. Este principio se alinea con el <i>Just in Time</i> , donde los productos fluyen a través del proceso de producción y se entregan justo cuando el cliente los necesita. Los inventarios, bajo este enfoque, se mantienen al mínimo, reponiéndose según la salida de productos.
	4. Nivele la carga de trabajo ( <i>HEIJUNKA</i> )	Al nivelar la carga de trabajo utilizando planes de inventario y previsiones basadas en la demanda real del cliente, se logra minimizar dos tipos de desperdicio: el <i>Muri</i> , que representa la sobrecarga en el personal y las máquinas, y el <i>Mura</i> , que se refiere al desequilibrio en las cargas de producción.
	5. Cree una cultura de parar a fin de resolver los problemas, para	La identificación de problemas debe ocurrir en el mismo momento de la producción, lo que requiere la plena participación de todos los individuos y equipos,

Concepto	Principios	Descripción
	lograr una buena calidad a la primera.	considerando la ejecución y la calidad. Este enfoque temprano facilita el descubrimiento de la causa raíz de los problemas, aumentando así la probabilidad de soluciones efectivas. Una vez que se identifican los problemas, se implementan contramedidas para prevenir futuras ocurrencias. La meta es adoptar una filosofía de "calidad en la fuente", incluso disminuyendo el ritmo de trabajo para garantizar el nivel de calidad deseado.
	6. Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado.	La funcionalidad de los estándares de Toyota se basa en que representen la mejor práctica conocida, lo cual disminuye la variación. Esto proporciona a los equipos la comprensión de qué necesitan mejorar, al mismo tiempo que les otorga autonomía para actuar. Mediante un ciclo de mejora continua, los equipos innovan, registran sus aprendizajes y los implementan repetidamente. La concepción de estos estándares se centra en que su creación debe ser responsabilidad de los miembros de cada equipo, donde reside el conocimiento práctico, y no de departamentos separados.
	7. Utilice el control visual de modo que no se oculten los problemas.	Se plantea la adopción de elementos visuales, como <i>Kanban</i> , para facilitar la autogestión del equipo. La propuesta se centra en que los equipos puedan visualizar de forma gráfica la situación del proyecto e integrar el uso de indicadores que les permitan identificar cuándo se encuentran dentro de los parámetros estándar y cuándo se produce una desviación.
	8. Utilice sólo tecnología fiable absolutamente probada que dé servicio a su personal y a sus procesos.	La tecnología se adopta como un medio para potenciar los procesos y al equipo, buscando optimizar el flujo de valor, y no para sustituirlos. La selección se restringe a la tecnología que haya pasado por un estudio y pruebas exhaustivas, que ofrezca fiabilidad y agregue valor al flujo establecido. Se debe evitar la implementación de tecnología que entre en contradicción con la cultura organizacional o que pueda interferir con la fiabilidad y la previsibilidad de los procesos.
Gente y Socios (respeto, retos y	9. Haga crecer a líderes que comprendan perfectamente el	La visión interna de Toyota para la selección de líderes se centra en el conocimiento profundo del trabajo y la cultura organizacional. Tres pilares fundamentales guían la creación de líderes y equipos excepcionales: primero, una

Concepto	Principios	Descripción
continua evolución).	trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros.	perspectiva de proyecto a largo plazo que los libera de las fluctuaciones de tendencias con soluciones inmediatas; segundo, la tolerancia al error como una valiosa fuente de aprendizaje; y tercero, equipos multifuncionales alineados con la generación de valor, que permiten a sus miembros comprender la totalidad de lo necesario para entregar un producto al cliente.
	10. Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa.	La base para la formación de equipos es el flujo de valor, promoviendo su autonomía a medida que maduran. En Toyota, si bien existe una estructura jerárquica definida, esta se encuentra intrínsecamente ligada al flujo de valor, delegando áreas de decisión y autonomía a cada integrante del equipo. Esta alineación elimina la necesidad de departamentos de control, ya que los equipos asumen la responsabilidad del autocontrol. El principio fundamental es cultivar personas y equipos excepcionales que, operando dentro de la cultura organizacional, generen resultados extraordinarios mediante el trabajo en equipo para lograr objetivos comunes.
	11. Respete a su red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.	La filosofía de la empresa extendida implica reconocer a socios y proveedores como una prolongación de la organización, por lo que el respeto es fundamental. Se sugiere impulsar el crecimiento y desarrollo de esta red extendida mediante la formulación de objetivos desafiantes y la provisión de apoyo para su logro.
Resolución de problemas (mejora continua y aprendizaje)	12. Vaya a verlo por sí mismo para comprender a fondo la situación ( <i>GENCHI GENBUTSU</i> ).	Toyota practica una gestión cercana de sus procesos y su personal, revisando continuamente los indicadores y verificando el contexto en el que ocurren los hechos, asegurándose de que este análisis sea realizado por quienes toman las decisiones o por personas de confianza. Este enfoque combina la revisión de indicadores sistematizados con la observación personal, lo que facilita una comprensión exhaustiva de la situación.
	13. Tome decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones;	La filosofía de toma de decisiones en Toyota se fundamenta en varios elementos esenciales: primero, una comprensión exhaustiva de la situación ( <i>Genchi Genbutsu</i> ); segundo, la identificación de las causas raíz (a menudo guiada por el modelo de los 5 porqués); tercero, la consideración de múltiples soluciones alternativas y la

Concepto	Principios	Descripción
	implementelas rápidamente.	justificación de la elegida; cuarto, la creación de consenso dentro de un tiempo establecido; y quinto, el uso de los canales de comunicación más eficientes para la ejecución de estos pasos.
	14. Conviértase en una organización que aprende mediante la reflexión constante ( <i>HANSEI</i> ) y la mejora continua ( <i>KAIZEN</i> ).	La visión para lograr una "organización que aprende" requiere la creación de un flujo específico: primero, la reducción de inventarios para exponer los problemas ( <i>MUDA</i> ); segundo, el análisis profundo de estos problemas (utilizando la técnica de los 5 porqués); tercero, la implementación y estandarización de contramedidas; y cuarto, la repetición continua de este ciclo en la búsqueda de la excelencia y la mejora constante, evitando la repetición de fallos.

Nota: Elaboración propia con datos de ScrumMaster (2003).

La decisión de implementar o no la filosofía *Lean* en la gestión de proyectos de una organización está intrínsecamente ligada a sus intereses estratégicos, a los objetivos corporativos definidos y a la evaluación de sus capacidades para asumir el esfuerzo que conlleva su adopción e integración.

### 2.3 Herramientas informáticas de gestión de proyectos.

Las herramientas colaborativas para la gestión de proyectos comprenden un conjunto de plataformas o aplicaciones tecnológicas diseñadas para facilitar la supervisión y el avance de los proyectos de manera sinérgica. Muchas de estas soluciones operan en la nube, lo que subraya la importancia de la conectividad como factor habilitador.

Su objetivo principal radica en la optimización de la productividad a través de la planificación, ejecución, control y análisis integrado de las diversas tareas inherentes a un proyecto. Estas plataformas favorecen el intercambio eficiente de recursos y agilizan la comunicación, permitiendo mantener la información actualizada en tiempo real.

Adicionalmente, posibilitan el aprovechamiento de funcionalidades como calendarios compartidos, asignación colaborativa de tareas a diferentes equipos, desarrollo conjunto de mapas mentales e intercambio de archivos. A continuación, se presentan algunas de las herramientas colaborativas más reconocidas y funcionales en el ámbito de la gestión de proyectos.

### **2.3.1 JIRA**

Jira se distingue como una herramienta de gestión de proyectos potente y ampliamente adoptada, ofreciendo numerosas ventajas para equipos en diversas industrias. Sus flujos de trabajo personalizables, su robusto seguimiento de incidencias y sus capacidades de integración fluida la convierten en una opción preferida para muchas organizaciones que buscan soluciones eficientes para la gestión de proyectos (Ananda, 2024).

Jira se posiciona como la herramienta líder en la gestión ágil de proyectos, utilizada por equipos para la planificación, seguimiento, lanzamiento y soporte de software de clase mundial con alta confianza. Actúa como la fuente única de información veraz para todo el ciclo de vida del desarrollo, empoderando a los equipos autónomos con el contexto necesario para avanzar con rapidez, manteniéndose a la vez conectados con los objetivos empresariales generales.

Ya sea empleada para la gestión de proyectos sencillos o para potenciar las prácticas DevOps, Jira facilita que los equipos impulsen el trabajo, se mantengan alineados y se comuniquen dentro del contexto específico (Atlassian, 2025).

En Jira, un proyecto se concibe como un contenedor utilizado para organizar y realizar el seguimiento de dichas tareas, o elementos de trabajo, a lo largo de todo el equipo. Un proyecto de Jira es altamente configurable y puede personalizarse fácilmente para adaptarse a la estructura organizacional, el flujo de trabajo o el nivel de madurez ágil, lo que la convierte en una herramienta versátil para ajustarse a la forma de trabajo única de cualquier equipo. El equipo puede utilizar un proyecto de Jira para rastrear y resolver errores, lanzar una nueva funcionalidad y mucho más. Si la metodología ágil constituye un enfoque iterativo para la gestión de proyectos y el desarrollo de software, entonces un tablero ágil se define como una herramienta que asiste a los equipos en la planificación, visualización y gestión de dicho trabajo. En Jira, el tablero despliega una selección de elementos de trabajo organizados en columnas, donde cada columna representa una etapa dentro del flujo de trabajo del equipo para llevar las tareas hasta su finalización. De manera predeterminada, cada proyecto de Jira incluye un tablero que proporciona al equipo una visión compartida de todo el trabajo pendiente, el trabajo en curso y el trabajo completado (Atlassian, 2025).

A pesar de sus fortalezas, es crucial considerar factores como la curva de aprendizaje para los usuarios principiantes, las posibles consideraciones de costos y la necesidad de una personalización cuidadosa para evitar la complejidad. Sin embargo, los beneficios a menudo

superan los inconvenientes, lo que convierte a Jira en un aliado confiable para las necesidades de gestión de proyectos (Ananda, 2024).

### **2.3.2 Microsoft Planner**

*Microsoft Planner* es una solución unificada de gestión del trabajo que integra *Microsoft To Do*, las funciones de colaboración de *Planner*, la potencia de *Microsoft Project* y la inteligencia de *Microsoft Copilot*. Su objetivo es ofrecer una solución única y racionalizada para la gestión de tareas, proyectos y trabajo, que satisfaga tanto las necesidades de gestión de tareas individuales como las de gestión de proyectos empresariales y profesionales. Esta consolidación resuelve los problemas de repetición de tareas, pérdida de oportunidades y reducción de la productividad causados por el uso de múltiples aplicaciones de gestión del trabajo.

*Planner* ofrece una gama de capacidades para los usuarios con una licencia de *Microsoft 365*, incluyendo la capacidad de crear y editar tareas y planes, ver las tareas en varios formatos (Cuadrícula, Lista y Tablero), y utilizar características como *Mi Día* y *Mis Tareas*. Las funciones *Premium*, accesibles con una licencia de pago o una versión de prueba de 30 días, incluyen la creación de informes, la vista de cronograma (Gantt), dependencias, sprints, campos personalizados, gestión de la carga de trabajo del equipo y gestión de objetivos. Además, *Copilot in Planner*, una función basada en inteligencia artificial ayuda a desglosar las tareas, identificar el trabajo necesario para alcanzar los objetivos del proyecto y proporcionar actualizaciones de estado (Microsoft Tech Community, 2024).

*Microsoft Planner* presenta varias desventajas en comparación con otras herramientas. Ofrece menos opciones de personalización que otras herramientas en el mercado, y su gestión de tareas es más estructurada, lo que puede no ser ideal para equipos que manejan proyectos complejos. La colaboración tiene ciertas peculiaridades, y añadir usuarios externos a una organización de *Microsoft 365* puede ser complicado. Además, carece de automatización integrada y tiene una integración limitada con aplicaciones fuera de su ecosistema.

Las opciones de plantillas en *Planner* son limitadas, y no proporciona asistencia fluida al crear un proyecto. Dentro de los proyectos, *Planner* restringe a los usuarios a una sola lista de verificación y 20 casillas por tarea. Aunque se pueden asignar tareas a los miembros del equipo, no se pueden etiquetar personas en comentarios específicos. Estas limitaciones pueden hacer que *Microsoft Planner* sea algo restrictivo, especialmente al gestionar proyectos de forma *ad hoc* (John, 2025).

### 2.3.3 *Microsoft Loop*

Según el sitio web de Microsoft (2025) se describe como una experiencia de cocreación transformadora que integra a equipos, contenidos y tareas en diversas herramientas y dispositivos. Proporciona un espacio compartido donde los equipos pueden organizar todo lo pertinente a un proyecto, utilizando lienzos flexibles llamados páginas para reunir a personas, componentes de *Loop*, enlaces, tareas y contenidos. La plataforma está diseñada para facilitar la colaboración en tiempo real a través de múltiples aplicaciones, simplificar la organización y el acceso a los materiales relacionados con el proyecto, y mejorar la gestión del tiempo y la productividad. Los usuarios pueden crear fácilmente nuevos espacios de trabajo, invitar a colaboradores, añadir archivos e incluso utilizar plantillas para inspirarse, lo que agiliza la configuración inicial del proyecto.

*Loop* ofrece varias capacidades y ventajas para mejorar la colaboración en equipo y la productividad. Permite integrar en sus páginas diversos tipos de contenido, como tablas, listas de comprobación, listas con viñetas e incluso fragmentos de código. La plataforma también incluye atajos para agilizar el trabajo, como el uso de «/» para insertar tipos de contenido, «@» para mencionar personas o enlazar archivos, y «:» para acceder al selector de emoji. Además, *Loop* simplifica el uso compartido al permitir a los usuarios compartir un espacio de trabajo completo o páginas individuales, y permite incrustar páginas en diferentes aplicaciones de *Microsoft 365*. Esta interconexión y flexibilidad fomenta un trabajo en equipo eficiente al mantener a todo el mundo en la misma página, con fácil acceso a las herramientas y la información necesarias, lo que en última instancia ahorra tiempo e impulsa la productividad (Howard University, 2024).

*Microsoft Loop* presenta varias desventajas significativas, principalmente en el ámbito del *eDiscovery* y el cumplimiento. En primer lugar, la recopilación de los componentes de *Loop* supone un desafío considerable. Estos componentes son un nuevo tipo de archivo binario que solo se puede visualizar dentro de las aplicaciones de *Microsoft 365*. El archivo ".i" donde se almacenan los datos no se puede previsualizar ni procesar utilizando la propia plataforma de *eDiscovery* de *Microsoft*, *Purview*, ni con otras herramientas de procesamiento. Además, estos archivos no están indexados, lo que dificulta la búsqueda de contenido dentro de los componentes de *Loop* mediante búsquedas de palabras clave.

En segundo lugar, *Loop* carece de una revisión nativa adecuada. *Microsoft 365 Purview* exporta un archivo ".fluid" nativo y un archivo de texto del texto extraído, pero no existe un visor

offline para el archivo nativo, y el archivo de texto correspondiente suele estar vacío. La única solución actual para ver el archivo es que los usuarios lo carguen en su propia instancia de *Microsoft 365*, lo cual no es una solución apropiada en entornos de *eDiscovery* controlados. Por último, el seguimiento de la auditoría y el historial también presenta complicaciones. Aunque los componentes de *Loop* están diseñados para la edición colaborativa continua, revisar los archivos "*fluid*" para rastrear quién editó qué y cuándo resulta difícil (Kahvedzic & Hemmel, 2023).

#### **2.4 Métricas para aplicación en proyectos.**

En la gestión de un enfoque ágil, es necesario utilizar métricas diferentes a las tradicionales. Las métricas ágiles se centran en el valor para el cliente y son importantes tanto para el equipo como para la gerencia. A diferencia de las mediciones sustitutivas como el porcentaje de avance, Ágil favorece métricas empíricas y basadas en valores, midiendo lo que el equipo entrega, no lo que predice que entregará (Project Management Institute, 2017b).

Los equipos de proyecto pueden usar estos datos para mejorar las proyecciones y la toma de decisiones. Las métricas efectivas deben ser relevantes y útiles, proporcionando información procesable, y deben estar vinculadas al caso de negocio, las líneas base o los requisitos. Una pauta general es medir "sólo lo que importa". Las características de las métricas efectivas a menudo se resumen con el acrónimo SMART: Específica, Significativa, Alcanzable, Relevante y Oportuna (Project Management Institute, 2021).

Según el *Project Management Institute* (2021) y el *Project Management Institute* (2017) se pueden definir las siguientes métricas aplicables a proyectos ágiles:

- **Trabajo en curso (WIP):** Esta medida indica la cantidad de elementos de trabajo que están bajo elaboración en un momento dado. Se utiliza para ayudar al equipo a limitar el número de elementos en curso a un tamaño manejable.
- **Tamaño de la cola/backlog:** Esta métrica hace un seguimiento a los elementos en cola. Se puede comparar con el límite de trabajo en curso, ya que junto a los tiempos de finalización de trabajo en curso se puede desarrollar un pronóstico para lo que queda en *backlog*.
- **Esfuerzo y duración:** Esta medida se debe comparar el valor real contra el esfuerzo y duración planificados al inicio del *sprint*. Esto indicará si las estimaciones iniciales fueron válidas y el ajuste a realizar para futuras estimaciones de tareas que compartan características similares.

- **Velocidad del equipo:** Es el número de puntos de historia completados en un sprint determinado. El análisis de rendimiento (*throughput*) puede utilizar la velocidad para evaluar el progreso.
- **Análisis de rendimiento o throughput:** Este método analítico evalúa el número de elementos que se completan en un marco de tiempo fijo. Los equipos que utilizan prácticas adaptativas usan métricas de rendimiento como características completadas frente a restantes, velocidad y puntos de historia para evaluar su progreso y estimar las fechas probables de terminación.
- **Gráficas de burndown o burnup:** muestran el trabajo completado a medida que avanza la iteración. Las gráficas de trabajo pendiente muestran el trabajo restante, mientras que las de trabajo realizado muestran el trabajo completado. Permiten a los equipos ver lo que han logrado y lo que tienen pendiente. Ayudan a entender si el equipo puede terminar a tiempo y pueden mostrar cambios en el alcance durante la iteración.
- **Cycle Time y Lead Time:** El tiempo de ciclo es el tiempo que tarda un elemento de trabajo en pasar por el proceso del equipo. El tiempo de entrega es el tiempo desde que se solicita un elemento hasta que se entrega. Son métricas de predictibilidad que ayudan a entender cuánto tiempo tarda el trabajo en completarse.
- **Métricas cualitativas:** Se centran en aspectos no numéricos, como qué tan bien utiliza el equipo las prácticas elegidas, la satisfacción del negocio con las funciones entregadas, la moral del equipo u otros aspectos que el equipo desee rastrear. Complementan las métricas cuantitativas, ofreciendo información sobre la efectividad de las prácticas y la percepción de los *stakeholders*.

Para los métodos predictivos, se pueden mencionar métricas como:

- **Métricas de Valor Ganado:** Comparan la línea base para la medición del desempeño con el desempeño real del cronograma y del costo. Esta integra las líneas base de alcance, cronograma y costo. Las mediciones clave son: Valor Planificado (*Planned Value*), Valor Ganado (*Earned Value*) y Costo Real (*Actual Cost*). A partir de estas, se derivan los siguientes indicadores de desempeño: Variación del Cronograma, Variación del Costo, Índice de Desempeño del Cronograma e Índice de Desempeño del Costo.

- ***Métricas de pronóstico:*** Basadas en el desempeño actual, estas métricas proyectan el resultado final del proyecto, lo cual es fundamental en la gestión predictiva. Por ejemplo: Estimación a la Conclusión, Estimación hasta la Conclusión y Variación a la Conclusión.
- ***Métricas de desempeño de la línea base:*** Son comparaciones directas entre lo planificado y lo ejecutado, esenciales para el control en un ciclo de vida predictivo.

Es importante ser consciente de los peligros asociados con métricas ineficaces, como centrarse en métricas menos importantes, enfocarse en el buen desempeño a corto plazo a expensas del largo plazo, o manipular los indicadores. Las "métricas de vanidad" son medidas que parecen mostrar un resultado, pero no proporcionan información útil para la toma de decisiones. Las mediciones requieren tiempo y esfuerzo, por lo tanto, solo se debe medir lo relevante y útil (Project Management Institute, 2021).

### Capítulo 3 Marco metodológico

En este capítulo se detalla la metodología empleada para la ejecución de la investigación y la consecución de los resultados definidos en los objetivos específicos, así como la propuesta de solución a la problemática central. El diseño metodológico de la investigación se articuló mediante la definición precisa de las categorías de estudio, la selección y descripción de las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, la identificación de los sujetos y las fuentes de información relevantes, la explicitación de los productos y subproductos derivados de cada objetivo específico, y la determinación de los métodos y herramientas aplicados en la fase de análisis y procesamiento de la información.

#### 3.1 Categorías de la investigación

Las categorías de investigación constituyen los temas fundamentales cuyo análisis exhaustivo se consideró imprescindible para abordar y comprender el objeto de estudio en su totalidad, profundizando en sus aspectos centrales. Es importante señalar que la selección de estas no obedeció a un criterio aleatorio, sino que emergió de un proceso riguroso de análisis y reflexión.

Las categorías de investigación deben mantener una alineación directa y coherente con los objetivos previamente definidos, actuando como marcos de referencia y líneas de estudio que guían el desarrollo de lo establecido en dichos objetivos. Estas estructuran la investigación de manera sistemática, permitiendo al investigador enfocar sus esfuerzos en áreas específicas y de relevancia, lo cual resulta esencial para la consecución de los resultados esperados del estudio.

En la Tabla 3.1 se ilustra la vinculación existente entre el objetivo general y la categoría central de la investigación, así como la correspondencia entre los objetivos específicos y las subcategorías propuestas.

**Tabla 3.1** Vinculación categorías y subcategorías con objetivos de investigación.

Objetivo general	Categoría
Mejorar el proceso de gestión de proyectos de la organización, a través de la revisión bibliográfica, investigación de campo y evaluación de métodos actuales de la organización; mejorando así el desempeño del costo y cronograma de los proyectos.	No aplicable.

Objetivos específicos	Subcategorías
<p><b>1.</b> Diagnosticar la gestión de proyectos de la organización, a través de un análisis exhaustivo de los métodos actuales de gestión de proyectos de la organización identificando las brechas existentes respecto a otros métodos de gestión.</p>	<p><b>1.Gestión actual de proyectos:</b> Analiza el estado actual de la gestión de proyectos en la organización, sirviendo como base para un diagnóstico integral.</p> <p><b>2.Tipo de proyectos actuales:</b> El propósito es identificar los proyectos en gestión, conocer sus características y evaluar su alineación con el marco de trabajo establecido.</p> <p><b>3.Herramientas para la gestión de proyectos:</b> El propósito es evaluar la efectividad de las herramientas utilizadas en la gestión de proyectos y su adecuación a las necesidades específicas de la organización.</p>
<p><b>2.</b> Identificar prácticas de gestión de proyectos alineadas con la organización, cultura y tipo de proyectos, mediante una revisión bibliográfica de métodos que optimicen la eficiencia y efectividad de los proyectos de la organización.</p>	<p><b>1.Marcos de trabajo:</b> Facilita el análisis de los marcos de referencia en gestión de proyectos, permitiendo identificar buenas prácticas con potencial de generar valor en la organización.</p> <p><b>2.Herramientas para la gestión de proyectos:</b> Analiza las herramientas de gestión de proyectos disponibles para identificar las más funcionales y relevantes para la propuesta de solución.</p>

*Nota:* Elaboración propia.

Una vez establecida la relación entre las categorías de estudio y los objetivos de la investigación, se presenta la Tabla 3.2. En ella se detalla la categoría principal, acompañada de su definición operativa; las subcategorías, con sus respectivas descripciones y alcances; las preguntas generadoras que orientaron la indagación; las técnicas de investigación seleccionadas; y los instrumentos específicos diseñados para la recolección de datos.

**Tabla 3.2** *Categorías de la investigación.*

<b>Categoría</b>	<b>Definición conceptual de la categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Pregunta Generadora</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Gestión de proyectos	La aplicación de metodologías y prácticas para planificar, ejecutar y controlar tareas y recursos de un proyecto, con el fin de lograr resultados específicos de manera eficiente y organizada. Incluye la asignación de roles, la implementación de marcos de trabajo y la optimización de recursos.	1. Gestión actual de los proyectos.	El conjunto de recursos, conocimientos y metodologías que una organización tiene disponibles para ejecutar y gestionar proyectos de manera eficiente. Esto incluye prácticas estandarizadas, plantillas y otros elementos que contribuyen al éxito de los objetivos.	¿Cómo se caracteriza el marco de trabajo actual respecto a los marcos de gestión actuales? ¿Cuáles procedimientos, plantillas y herramientas se utilizan? ¿Qué roles y responsabilidades existen en la empresa para gestionar un proyecto? ¿Cuáles limitaciones se identifican en el marco de gestión? ¿Cuál es la flexibilidad actual con respecto a los marcos de gestión?	-Entrevista -Revisión documental. -Evaluación de agilidad empresarial.	-Guía de entrevista PMO. -Guía de entrevista Líderes. -Ficha revisión documental. - Cuestionario de evaluación de agilidad empresarial.
		2. Tipo de proyectos actuales.	Caracteriza los proyectos del departamento al identificar y describir sus atributos distintivos, incluyendo el ciclo de vida, la naturaleza intrínseca y los enfoques de gestión utilizados para	¿Cómo se caracterizan los proyectos actuales? ¿Cuál es el ciclo de vida establecido para los proyectos?	-Entrevista -Revisión documental	-Guía de entrevista PMO. -Guía de entrevista Líderes. -Ficha revisión documental

			definir sus características particulares.			
		3. Herramientas para la gestión de proyectos.	Soluciones informáticas diseñadas para optimizar las actividades del proyecto. Estas herramientas mejoran la colaboración, el seguimiento de tareas y la comunicación, además de otras áreas críticas de la gestión.	¿Cuáles herramientas existen en el mercado para gestionar proyectos que sean aplicables a la organización? ¿Cuáles herramientas se utilizan comúnmente para gestionar proyectos? ¿Cuáles limitaciones y beneficios poseen estas herramientas? ¿Qué ventajas y desventajas ofrecen al equipo y al gerente de proyectos en su aplicación?	-Revisión bibliográfica. -Revisión documental. -Modelo de idoneidad. -Entrevista.	-Ficha revisión bibliográfica. -Ficha revisión documental. -Modelo de idoneidad. -Guía de entrevista Gerentes de Proyectos.
Marcos de trabajo	Conjuntos estructurados de normas, procesos y herramientas diseñados para guiar la ejecución de proyectos de manera eficiente y alineada con los objetivos establecidos. Proporcionan un marco de referencia que define los roles y responsabilidad	1. Marcos predictivos.	Enfoque de gestión de proyectos que se basa en la planificación exhaustiva y detallada al inicio del proyecto. Se caracteriza por definir rigurosamente el alcance, el cronograma y los costos antes de la ejecución de las tareas. Su objetivo principal es	¿Cómo se caracterizan los marcos predictivos dentro de un marco regulatorio para aviación? ¿Para qué tipo de proyectos dentro de la organización funciona un marco predictivo? ¿Qué beneficios y limitaciones se identifican para este marco de	-Revisión bibliográfica. -Revisión documental.	-Ficha revisión bibliográfica. -Ficha revisión documental.

	es de los participantes, así como las metodologías y técnicas a emplear en cada etapa del proyecto.		minimizar la incertidumbre y controlar los cambios, siguiendo una secuencia lineal donde cada fase depende de la anterior.	trabajo al aplicarlo en la organización?		
		2. Marcos ágiles.	Enfoque iterativo e incremental para la gestión de proyectos, caracterizado por la flexibilidad, la colaboración continua y la adaptación a los cambios. La planificación es adaptativa y se realiza a lo largo del proyecto, permitiendo incorporar la retroalimentación del cliente y los cambios en los requisitos de manera oportuna.	¿Cómo se caracterizan los marcos ágiles en un entorno regulado como la aviación? ¿Para qué tipo de proyectos en la organización funcionaría un marco ágil? ¿Qué beneficios y limitaciones se identifican para este marco de trabajo al aplicarlo en la organización?	-Revisión bibliográfica. -Revisión documental.	-Ficha revisión bibliográfica. -Ficha revisión documental.

### ***3.2 Población y muestra – Sujetos de investigación***

La investigación se centró en los colaboradores del departamento de AVTech, quienes tienen a su cargo la gestión y coordinación de los proyectos que se realizan en esta área. Su rol implica poseer conocimientos técnicos y experiencia directa en los procesos de implementación y entrega de servicios del departamento.

La recopilación de esta información se llevó a cabo a través de una entrevista y encuesta, que abarcó al 100% de los profesionales del departamento de AVTech que gestionan proyectos desarrollados en esta área. Este método permite obtener una perspectiva integral y detallada de las

prácticas, los desafíos y las necesidades específicas que caracterizan la gestión actual de los proyectos de AVTech.

El departamento de la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO) se estructura en torno a un líder, el *PMO Manager*, quien supervisa un equipo de cuatro gerentes de proyectos con más de 15 años de experiencia en la industria. Estos profesionales colaboran de manera coordinada para asegurar el desarrollo y la ejecución eficiente de los proyectos asignados al área de ingeniería de *software*, gestionando en ocasiones múltiples iniciativas de forma simultánea. A continuación, en la Tabla 3.3, se presenta una descripción detallada de los sujetos de información relevantes para la presente investigación:

**Tabla 3.3** *Sujetos de información.*

<b>Sujeto</b>	<b>Rol</b>	<b>Información por obtener</b>	<b>Cantidad de personas</b>
<b><i>PMO Manager</i></b>	Es responsable de asignar proyectos, establecer estrategias de gestión, supervisar el progreso de la cartera de proyectos y apoyar a los equipos. Con estas funciones, asegura que los proyectos cumplan sus objetivos y se alineen con las metas de la organización.	Identificación y definición de las etapas de los ciclos de vida de los proyectos. Identificación y caracterización de los elementos constitutivos del marco actual de gestión de proyectos. Incluyendo su documentación, plantillas y recursos disponibles. Limitaciones actuales por marcos regulatorios en la gestión actual de proyectos.	1
<b>Gerentes de proyectos</b>	Sus funciones principales son planificar, coordinar y monitorear proyectos para garantizar que se cumplan los plazos y se optimicen los recursos. También deben identificar y mitigar riesgos y mantener una comunicación constante con el equipo y los interesados.	Análisis y descripción detallada del marco actual de gestión de proyectos. Caracterización de la esencia y las propiedades distintivas de los proyectos. Análisis de las capacidades, beneficios y limitaciones del marco de trabajo en uso.	4

Sujeto	Rol	Información por obtener	Cantidad de personas
		Herramientas actuales y en el mercado para la gestión de proyectos.	
<b>Líder de equipo</b>	Sus funciones incluyen facilitar la comunicación y la colaboración del equipo, eliminar impedimentos y promover un ambiente de aprendizaje. También es responsable de la mentoría, el desarrollo profesional de los miembros del equipo y la toma de decisiones técnicas clave.	Análisis de las capacidades, beneficios y limitaciones del marco de trabajo en uso. Resultados y métricas del desempeño de los proyectos. Herramientas actuales y en el mercado para la gestión de proyectos.	1

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.3 Fuentes de información

Esta sección describe las fuentes de información que sustentaron el desarrollo del presente estudio. Con el fin de ofrecer claridad, se establece una distinción entre las fuentes primarias, que aportaron información de primera mano y directamente vinculada al tema, y las fuentes secundarias que, aunque relevantes para la referencia, no son la base esencial del estudio.

El Cuadro 3.4 proporciona una visión general de las fuentes primarias y secundarias que se utilizarán en la investigación, así como la información que se espera derivar de cada una de ellas.

**Tabla 3.4** Fuentes de información.

Tipo	Fuente	Información por obtener
<b>Primaria</b>	Testimonio de expertos obtenido a través de entrevistas y la revisión documental.	-Análisis de la situación actual de la gestión de proyectos, incluyendo su caracterización, limitaciones y fortalezas. -Perfil de los proyectos actuales, su naturaleza y su ajuste con la metodología vigente.

Tipo	Fuente	Información por obtener
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Documentación de las metodologías en uso para gestión de proyectos.</li> <li>-PMBOK Sexta Edición.</li> <li>-PMBOK Séptima Edición.</li> <li>-Guía Práctica Ágil del PMI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Procedimientos operacionales estándar relacionados a gestión de proyectos.</li> <li>-Plantillas de herramientas y técnicas de control.</li> <li>-Instrumentos empleados en la gestión de proyectos, incluyendo las soluciones tecnológicas.</li> <li>-Documentos de inicio, planeación, monitoreo y control, y cierre de proyecto.</li> <li>-Componentes y elementos base para la implementación del marco de trabajo.</li> <li>-Roles y responsabilidades para la implementación del marco de trabajo.</li> </ul>
Secundaria	Literatura de apoyo como: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Métodos Ágiles Scrum, Kanban, Lean.</li> <li>-Bibliografía sobre gestión de proyectos y gestión de proyectos de <i>software</i> (libros, artículos, tesis)</li> <li>-Literatura sobre herramientas tecnológicas para la gestión de proyectos.</li> <li>-Informes y minutas de proyectos activos, así como informes de proyectos en general.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Roles y responsabilidades para la implementación del marco de trabajo.</li> <li>-Buenas prácticas de los marcos de trabajo.</li> <li>-Ciclos de vida de los proyectos.</li> <li>-Características de proyectos tecnológicos.</li> <li>-Herramientas para la gestión de proyectos (incluyendo tecnológicas y sus funcionalidades).</li> <li>-Minutas, agendas, informes.</li> </ul>

Nota. Elaboración propia.

### 3.4 Técnicas y herramientas para la recopilación de datos

En el presente apartado se detallan las técnicas e instrumentos empleados para la recopilación de los datos e información esenciales para el desarrollo de este estudio.

Es fundamental señalar que las técnicas e instrumentos de recolección de datos comprenden un conjunto de mecanismos, medios o recursos específicamente diseñados para recolectar, registrar, analizar y comunicar la información pertinente a la investigación. La adecuada selección y aplicación de estos elementos deben garantizar la fiabilidad y la validez de

los datos obtenidos, permitiendo así la organización sistemática de la información en función del objeto de estudio. A continuación, se describen las técnicas e instrumentos utilizados:

### **3.4.1 Entrevista**

El objetivo de la entrevista es recopilar información directa del *PMO Manager*, los gerentes de proyectos y un líder técnico. Esta técnica permite obtener datos de primera mano de los principales responsables de la gestión, proporcionando así una visión práctica que complementará lo estipulado en la documentación existente.

Las entrevistas se llevaron a cabo de manera presencial, por lo que, como primer paso, se coordinó y agendó un espacio para su respectiva aplicación. En caso de que no se pudo coordinar el espacio presencial, se buscó una solución virtual. Durante este proceso, se completaron las guías de entrevista, destacando la información prioritaria con el propósito de facilitar una dinámica fluida y ágil en la interacción para luego sintetizarla según las categorías.

En el marco del desarrollo de la presente investigación, se llevaron a cabo tres entrevistas semiestructuradas. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada una de ellas:

- **Guía de entrevista PMO Manager:** Se dirigió al PMO Manager, con el propósito de obtener una perspectiva estratégica de alto nivel. El objetivo principal de esta entrevista fue lograr una comprensión exhaustiva de la naturaleza de los proyectos de AVTech, evaluar los procedimientos de gestión de proyectos actualmente implementados e identificar los retos y las oportunidades existentes. El formato detallado de la guía de entrevista se encuentra disponible en el Apéndice A.
- **Guía de entrevista Gerentes de Proyectos:** La entrevista se dirigió a los gerentes de proyecto, con el objetivo de obtener un panorama de cómo se gestionan los proyectos en la empresa, cuáles herramientas se utilizan para manejar las métricas, desempeño e indicadores, además de las limitaciones del modelo actual. El formato de la guía de entrevista se encuentra disponible en el Apéndice B.
- **Guía de entrevista Líder:** La entrevista se dirigirá al líder del proyecto, empleando el mismo formato que la entrevista diseñada para los gerentes de proyecto. Esto se realizará con el fin de contrastar o confirmar la perspectiva detallada y la información sobre la gestión de proyectos presente en AVTech. El formato de la guía de entrevista se encuentra disponible en el Apéndice C.

Una vez establecida la relevancia de los instrumentos de recolección de datos y la metodología de su aplicación, se presenta la Tabla 3.5. En él se articula la relación entre el instrumento a utilizar, las diversas categorías de estudio, las preguntas generadoras que orientaron la indagación, el sujeto de interés al que se dirigió el instrumento y el tiempo máximo estimado para su aplicación.

**Tabla 3.5** Entrevista. Vinculación de instrumentos, categorías y sujetos.

<b>Instrumento</b>	<b>Subcategoría vinculada</b>	<b>Preguntas generadoras</b>	<b>Sujeto</b>	<b>Tiempo de aplicación</b>
Guía de entrevista de gerentes de proyectos	Gestión actual de proyectos	¿Cómo se caracteriza el marco de trabajo actual? ¿Cuál es el marco de trabajo base? ¿Qué buenas prácticas existen actualmente? ¿Cuáles limitaciones posee el marco de gestión? ¿Cuál es la flexibilidad actual?	PMO Manager y Gerentes de proyectos.	35 min.
	Tipo de proyectos actuales	¿Cómo se caracterizan los proyectos actuales? ¿Cuál es el ciclo de vida establecido para los proyectos?		
	Herramientas para la gestión de proyectos.	¿Cuáles herramientas se utilizan comúnmente para gestionar proyectos? ¿Cuáles limitaciones y beneficios poseen estas herramientas? ¿Qué ofrecen al equipo y al gerente de proyectos?		

<b>Instrumento</b>	<b>Subcategoría vinculada</b>	<b>Preguntas generadoras</b>	<b>Sujeto</b>	<b>Tiempo de aplicación</b>
Guía entrevista PMO Manager	Gestión actual de proyectos	¿Qué roles y responsabilidades existen en la empresa para gestionar un proyecto?	<i>PMO Manager</i> (1)	10 min.
Guía entrevista Líder	Gestión actual de proyectos	¿Cuáles procedimientos, plantillas y herramientas se utilizan? ¿Cuáles herramientas existen en el mercado para gestionar proyectos?	Gerentes de proyectos (4) y Líderes (2).	10 min.

*Nota.* Elaboración propia.

### **3.4.2 Revisión bibliográfica**

La revisión bibliográfica se erige como una estrategia fundamental para la recopilación de información pertinente a los diversos marcos de trabajo existentes, las buenas prácticas documentadas en la literatura especializada y sus elementos constitutivos. El objetivo primordial de esta revisión es identificar aquellos aspectos susceptibles de aplicación en la gestión de proyectos de la organización.

Dicha revisión posibilita el contraste de la información recabada y la adquisición del conocimiento necesario para analizar la situación actual de la gestión de proyectos dentro de la entidad. Asimismo, permite discernir qué elementos derivados del estudio teórico pueden implementarse en la formulación de la solución propuesta.

El empleo de esta técnica se fundamenta en la necesidad de aprovechar el acervo de información relevante, sistematizada de manera formal y basada en conocimientos consolidados, experiencias prácticas y vivencias relacionadas con la gestión de proyectos, lo cual resulta esencial para la construcción robusta y fundamentada de la solución.

El proceso de revisión bibliográfica se centrará primordialmente en el análisis de libros digitales que estarán accesibles a través de los sitios web oficiales correspondientes a los diversos marcos de trabajo que serán objeto de estudio.

Para la ejecución de esta revisión bibliográfica, se emplearán las preguntas generadoras como directriz metodológica, lo cual permitirá delimitar y enfocar la investigación en las fuentes y temáticas que serán relevantes para el análisis. Una vez que se identifiquen las fuentes y se

examine su contenido, se procederá a la cumplimentación de la ficha de revisión bibliográfica, instrumento que será diseñado para la sistematización de la información que se recabe mediante esta técnica.

Guiados por las preguntas generadoras, se revisarán los documentos pertinentes con la finalidad de obtener información especializada susceptible de implementación en la gestión de proyectos. El formato de la ficha de revisión bibliográfica se presenta en el Apéndice D.

A continuación, se presenta la Tabla 3.6, el cual articula la relación entre el instrumento a utilizar, las diversas categorías de estudio, las preguntas generadoras que orientan la indagación y el sujeto responsable de su desarrollo.

**Tabla 3.6** *Revisión bibliográfica. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.*

<b>Instrumento</b>	<b>Categoría/subcategoría vinculada</b>	<b>Preguntas generadoras</b>	<b>Sujeto responsable</b>
Ficha de revisión bibliográfica	Marcos de trabajo.	<p>-¿Cómo se describen los diversos marcos de trabajo existentes en la gestión de proyectos?</p> <p>-¿Cuál es la aplicabilidad y la utilidad de estos marcos en relación con la naturaleza específica de los proyectos?</p> <p>-¿De qué manera se estructuran estos marcos y cuáles son los componentes esenciales que los integran?</p> <p>-¿Cuáles son los roles definidos dentro de estos marcos y cuáles son las responsabilidades inherentes a cada uno de ellos?</p>	Desarrollado por el investigador mediante los recursos documentales de diferentes repositorios bibliográficos.
	Herramientas para la gestión de proyectos.	-¿Qué otras herramientas tecnológicas podrían contribuir a la optimización de la eficiencia en la gestión de proyectos?	

Instrumento	Categoría/subcategoría vinculada	Preguntas generadoras	Sujeto responsable
		-¿Cómo se detallan las funcionalidades principales de dichas herramientas?	

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.4.3 Revisión documental

La revisión documental se orienta a examinar y recopilar la información clave que existe en la documentación de la organización vinculada con la gestión de proyectos. Esta revisión incluye el análisis de los procesos internos, las metodologías que se implementan, los informes que se generan, las plantillas estandarizadas, las herramientas que se utilizan, así como el perfil de los proyectos que se desarrollan en el área de interés. Esto permite generar una imagen amplia de la gestión de proyectos, herramientas y características de los proyectos actuales en la organización.

El proceso de revisión documental requiere, en primer lugar, una reunión con el *PMO Manager* para definir la documentación organizacional pertinente a la gestión de proyectos. Una vez que se obtiene el acceso, se lleva a cabo su revisión siguiendo las preguntas generadoras y haciendo uso de las fichas correspondientes. Los dos instrumentos por utilizar son:

- ***Ficha de revisión documental:*** Guiado por las preguntas generadoras, se revisan los documentos disponibles con la finalidad de obtener información detallada sobre la gestión de proyectos actual en la organización. El formato de la ficha de revisión documental se presenta en el Apéndice E.
- ***Ficha caracterización de proyectos:*** Se lleva a cabo la revisión de los documentos disponibles con el objetivo de obtener la información necesaria para la caracterización exhaustiva de los proyectos. El formato de la ficha de revisión documental para la caracterización de proyectos se presenta en el Apéndice F.

A continuación, se presenta la Tabla 3.7, que vincula los instrumentos usados, las distintas categorías, las preguntas generadoras y el sujeto responsable de su desarrollo.

**Tabla 3.7** *Revisión documental. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.*

<b>Instrumento</b>	<b>Categoría/Subcategoría vinculada</b>	<b>Preguntas generadoras</b>	<b>Sujeto responsable</b>
Ficha revisión documental.	Marcos de trabajo.	<p>-¿Cómo se describen los marcos de trabajo que actualmente utiliza la empresa para la gestión de proyectos?</p> <p>-¿Cuál es el nivel de experiencia del equipo en relación con los diversos marcos de trabajo existentes?</p>	Desarrollado por el investigador mediante los recursos documentales de la empresa.
	Gestión actual de proyectos.	<p>-¿Cómo se detalla la caracterización del marco de trabajo actualmente implementado en la gestión de proyectos?</p> <p>-¿Cuál es el marco de referencia fundamental que sustenta la metodología de gestión de proyectos?</p> <p>-¿Cuáles son los procesos, plantillas, métodos y herramientas específicos que se utilizan para la gestión de proyectos dentro de la organización?</p> <p>-¿En qué fases específicas del ciclo de vida del proyecto se considera necesario realizar ajustes en la metodología de gestión?</p> <p>-¿De qué manera se evalúa el desempeño de los proyectos dentro de la organización?</p>	

Instrumento	Categoría/Subcategoría vinculada	Preguntas generadoras	Sujeto responsable
	Tipo de proyectos actuales.	-¿Cómo se describen las características distintivas que definen los proyectos desarrollados por la organización? -¿De qué manera se define y estructura el ciclo de vida de los proyectos dentro del marco de gestión de la organización?	
	Herramientas para la gestión de proyectos.	-¿Cómo se describen las herramientas tecnológicas que se emplean actualmente en la gestión de proyectos dentro de la organización? -¿Cuáles son los beneficios y las limitaciones identificadas en el uso de estas herramientas?	
Ficha caracterización de proyectos.	Tipo de proyectos actuales.	-¿Cómo se detallan las características distintivas que definen los proyectos que se gestionan en la organización? -¿Cuál es la naturaleza intrínseca de estos proyectos en términos de su tipología, complejidad y alcance?	Desarrollado por el investigador mediante los recursos documentales de la empresa.

*Nota.* Elaboración propia.

### **3.4.5 Cuestionario de modelo de idoneidad**

La evaluación de la idoneidad para la aplicación de modelos de gestión de proyectos se focaliza en la determinación del modelo (ágil, predictivo o híbrido) que mejor se alinea con las características intrínsecas de la organización. Este proceso de evaluación abarca el análisis de la naturaleza de los proyectos, la cultura organizacional, la estructura de financiación, la tolerancia al cambio, la necesidad de flexibilidad en los plazos y el alcance, así como la capacidad para la entrega temprana de valor. Se busca identificar aquellos factores organizacionales y del proyecto

que favorecen o dificultan la adopción de cada tipo de modelo. Se aplica como una evaluación objetiva según lo detallado en el Apéndice G: Cuestionario de modelo de idoneidad.

Es importante señalar que la ejecución de esta evaluación no contemplará la participación directa de los gerentes de proyectos ni del personal operativo de AVTech. Esta decisión se fundamenta en la necesidad de evitar posibles sesgos que puedan desvirtuar la realidad de la situación actual, presentando en su lugar una percepción o un estado idealizado. Por consiguiente, el investigador mantendrá una postura objetiva e imparcial, basando su análisis exclusivamente en la información recopilada a través de otros medios y en las observaciones realizadas, para garantizar una evaluación fidedigna y transparente.

El formato detallado de la guía utilizada para la evaluación de la idoneidad de modelos de gestión de proyectos se encuentra disponible en el Apéndice G. A continuación, se presenta la Tabla 3.8, que vincula el instrumento usado, las distintas categorías, las preguntas generadoras y el sujeto responsable de su desarrollo.

**Tabla 3.8** *Cuestionario de modelo de idoneidad. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.*

<b>Instrumento</b>	<b>Subcategoría vinculada</b>	<b>Preguntas generadoras</b>	<b>Sujeto responsable</b>
Cuestionario de modelo de idoneidad	Gestión actual de proyectos	-¿Qué modelo de gestión (ágil, predictivo o híbrido) se adapta mejor a sus características inherentes en la empresa? -¿Cuál presenta una mayor compatibilidad con los valores y las dinámicas internas de la empresa? -¿Cuál podría implementarse de manera más efectiva y sostenible, minimizando la resistencia al cambio y maximizando el aprovechamiento de los activos existentes?	Desarrollado por el investigador por medio de una evaluación objetiva de la empresa.

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.4.6 Cuestionario de evaluación de agilidad empresarial

La evaluación de agilidad empresarial se focaliza en la medición del estado actual de la organización en relación con los valores y principios ágiles. Este proceso de evaluación abarca tanto la situación presente en cuanto a la aplicación de metodologías ágiles en la gestión de proyectos, como la valoración de otros aspectos organizacionales y culturales que, si bien no están directamente ligados a la gestión de proyectos, ejercen una influencia significativa en el nivel de agilidad global de la empresa.

Es importante señalar que la ejecución de esta evaluación no contemplará la participación directa de los gerentes de proyectos ni del personal operativo de AVTech. Esta decisión se fundamenta en la necesidad de evitar posibles sesgos que puedan desvirtuar la realidad de la situación actual, presentando en su lugar una percepción o un estado idealizado. Por consiguiente, el investigador mantendrá una postura objetiva e imparcial, basando su análisis exclusivamente en la información recopilada a través de otros medios y en las observaciones realizadas, para garantizar una evaluación fidedigna y transparente.

El formato detallado de la guía utilizada para la evaluación de agilidad empresarial se encuentra disponible en el Apéndice H. A continuación, se presenta la Tabla 3.9, que vincula el instrumento usado, las distintas categorías, las preguntas generadoras y el sujeto responsable de su desarrollo.

**Tabla 3.9** *Evaluación de agilidad empresarial. Vinculación de instrumento, categorías y sujetos responsable.*

<b>Instrumento</b>	<b>Subcategoría vinculada</b>	<b>Preguntas generadoras</b>	<b>Sujeto responsable</b>
Evaluación de agilidad empresarial	Gestión actual de proyectos	-¿Qué tan alineada se encuentra la empresa con respecto a los principios de agilidad? -¿Qué tan flexibles son sus métodos actuales? -¿Qué tan alineados se encuentran los métodos de gestión actuales con los diferentes marcos de trabajo?	Desarrollado por el investigador por medio de una evaluación objetiva de la empresa.

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.5 *Procesamiento y productos de la investigación*

En la presente sección se expone la descripción exhaustiva del proceso metodológico empleado para la transformación de los datos recopilados en información relevante y significativa para el desarrollo del proyecto. El propósito fundamental de este proceso es la generación de los productos específicos definidos para cada uno de los objetivos planteados en la investigación.

#### 3.5.1 *Productos de la investigación*

En la presente sección se detalla la estructura de fases que conformarán la investigación, así como los productos específicos que se esperan obtener en cada una de ellas, en directa correspondencia con los objetivos específicos previamente definidos. En consonancia con lo establecido en dichos objetivos, el proceso de investigación se articula en cuatro etapas diferenciadas, tal como se ilustra en la Tabla 3.10.

**Tabla 3.10** *Proceso de investigación, productos esperados y su vinculación con objetivos.*

<b>Fases de investigación</b>	<b>Producto esperado</b>	<b>Objetivo Específico</b>
1. Investigación.	Diagnóstico de la gestión actual de proyectos.	<b>Objetivo 1:</b> Realizar un diagnóstico detallado de las prácticas actuales en la gestión de proyectos.
2. Estudio y análisis.	Matriz comparativa de buenas prácticas y elementos fundamentales en diversos marcos de trabajo.	<b>Objetivo 2:</b> Analizar los diversos marcos de referencia aplicables a la gestión de proyectos.
3. Propuesta de solución.	Propuesta de mejora al marco de trabajo.	<b>Objetivo 3:</b> Formular una propuesta de gestión de proyectos a medida para la organización.
4. Propuesta de implementación.	Plan de implementación de propuesta.	<b>Objetivo 4:</b> Planificar una estrategia de implementación para el marco de trabajo propuesto.

*Nota.* Elaboración propia.

Es pertinente señalar que el cuarto objetivo se limita a la fase de diseño de la solución. Esto se debe a que la implementación de la propuesta desarrollada se ha establecido como una exclusión

del alcance de la presente investigación. En consecuencia, la cuarta etapa del proceso investigativo se limita a la formulación de la propuesta de implementación, sin abarcar su ejecución práctica.

### ***3.5.1.1 Objetivo General***

El objetivo general de esta investigación es desarrollar una propuesta metodológica para mejorar el desempeño de los proyectos de la organización. Este objetivo se logra a través de los objetivos específicos, ya que cada uno contribuye con hallazgos clave para la elaboración de la propuesta final. Desde la fase inicial de diagnóstico hasta la concepción de la estrategia de implementación, todos los objetivos específicos operan de forma integrada y sinérgica, asegurando que el producto final responda de manera precisa y efectiva a las necesidades concretas de la organización.

A continuación, se presenta una descripción detallada para cada objetivo específico, explicitando el proceso de recopilación, análisis e interpretación de la información, así como los productos concretos que se derivarán de cada etapa. Adicionalmente, se elucidará la manera en que cada objetivo específico se interrelaciona y contribuye al cumplimiento de los demás objetivos, demostrando cómo, en su conjunto, facilitan la consecución del objetivo general que guía la presente investigación.

### ***3.5.1.2 Primer objetivo específico***

El primer objetivo específico se enmarca en la etapa de investigación diagnóstica, cuyo propósito central es la identificación y la comprensión exhaustiva del estado actual de la gestión de proyectos en el departamento. Este análisis se focalizó en el estudio del marco metodológico vigente, las buenas prácticas actualmente implementadas, las características intrínsecas de los proyectos gestionados y las herramientas tecnológicas empleadas para su administración. A continuación, en la Tabla 3.11, se presenta el entregable principal asociado a este objetivo, junto con las subcategorías analizadas, las técnicas de recolección de datos aplicadas y los instrumentos específicos requeridos. Adicionalmente, se detallan las técnicas y herramientas de procesamiento de datos que se utilizarán, así como las características y el contenido esperado del entregable.

**Tabla 3.11** *Primer objetivo: procesamiento y producto.*

<b>Objetivo específico</b>		
Diagnosticar la gestión de proyectos de la organización, a través de un análisis exhaustivo de los métodos actuales de gestión de proyectos de la organización identificando las brechas existentes respecto a otros métodos de gestión.		
<b>Producto</b>	Análisis diagnóstico del estado actual de la gestión de proyectos en AVTech.	
<b>Técnicas de procesamiento</b>	<b>Herramientas de procesamiento</b>	<b>Entregable esperado</b>
-Análisis de datos obtenidos. -Triangulación de datos. -Juicio experto.	-Tablas. -Gráficas. -Listas.	-Caracterización de la gestión actual de proyectos. -Listado de buenas prácticas identificadas en la gestión de proyectos. -Tabla de características distintivas de los proyectos gestionados. -Listado de herramientas empleadas y sus funcionalidades específicas.

*Nota.* Elaboración propia.

Este primer entregable se considerará como la base fundamental de la investigación, ya que, a través del diagnóstico, se logrará comprender con precisión el estado actual de la gestión de proyectos en la organización. Esto permitirá identificar fortalezas, debilidades y las áreas específicas donde se presentarán dificultades. A partir de este análisis, será posible guiar la revisión bibliográfica hacia información que responda a esta realidad, proceso que se abordará en el segundo objetivo.

Las técnicas de procesamiento de datos, tales como el análisis exhaustivo, permitirán examinar la información recopilada de manera sistemática y detallada. Para este fin, se generará una tabla que facilitará la sistematización de los datos, resaltando los aspectos de mayor relevancia para el presente estudio. Adicionalmente, la triangulación de datos, cuyo propósito es contrastar diversas perspectivas, se implementará mediante una matriz diseñada para categorizar la información recopilada en función de su fuente de origen, priorizando en este proceso los hallazgos derivados de la revisión documental y las entrevistas. Asimismo, se recurrirá a la validación por

juicio de expertos, particularmente para corroborar la información obtenida a través de la ficha de caracterización de proyectos.

En lo concerniente a las herramientas de procesamiento de datos, la elaboración de tablas de caracterización de la gestión actual y de los proyectos, así como de las fortalezas y debilidades identificadas, se realiza con el objetivo de organizar la información de manera sistemática y comprensible, facilitando así su interpretación analítica. Adicionalmente, se generarán representaciones gráficas que permitan visualizar las buenas prácticas en gestión de proyectos identificadas en la organización, así como un gráfico que ilustre la tipología de los proyectos desarrollados en el departamento como parte integral de su caracterización.

### 3.5.1.3 Segundo objetivo específico

El segundo objetivo específico se inscribe en la fase de estudio y análisis comparativo, cuyo propósito fundamental es la examinación de diversos marcos de referencia en la gestión de proyectos. Este análisis incluye la identificación de las herramientas y técnicas que presentan una mayor pertinencia para cada marco, así como el estudio de las buenas prácticas relevantes en función de las necesidades particulares de la organización. A continuación, en la Tabla 3.12, se presenta el entregable principal asociado a este objetivo, junto con las subcategorías de análisis, las técnicas de recolección de datos empleadas y los instrumentos específicos requeridos. Adicionalmente, se detallan las técnicas y herramientas de procesamiento de datos que se utilizarán, así como las características y el contenido esperado del entregable.

**Tabla 3.12** Segundo objetivo: procesamiento y producto.

<b>Objetivo específico</b>		
Identificar prácticas de gestión de proyectos alineadas con la organización, cultura y tipo de proyectos, mediante una revisión bibliográfica de métodos que optimicen la eficiencia y efectividad de los proyectos de la organización.		
<b>Producto</b>	Matriz de buenas prácticas y elementos clave en marcos de referencia y herramientas de gestión de proyectos.	
<b>Técnicas de procesamiento</b>	<b>Herramientas de procesamiento</b>	<b>Entregable esperado</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis comparativo.</li> <li>-Análisis de datos obtenidos.</li> <li>-Triangulación de datos.</li> <li>-Juicio experto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Listas.</li> <li>-Cuadros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tabla comparativa de los marcos de trabajo analizados, basada en las oportunidades de mejora y las buenas prácticas identificadas.</li> <li>-Análisis para la selección del marco de trabajo más adecuado y alineado con las características y necesidades de AVTech.</li> <li>-Listado de prácticas aplicables en la organización.</li> </ul>
---	---	--

*Nota.* Elaboración propia.

Este objetivo específico y su correspondiente entregable posibilitan la determinación de qué elementos y características de los marcos de trabajo analizados pueden aportar valor significativo a la organización. Adicionalmente, permiten identificar puntos clave que puedan abordar eficazmente las deficiencias y debilidades detectadas en la fase diagnóstica del primer objetivo. La viabilidad de la formulación de la propuesta (tercer objetivo) depende intrínsecamente del análisis previo de los factores que responden de manera precisa a las necesidades organizacionales, garantizando así que la solución planteada mitigue de forma efectiva las dificultades identificadas.

Para el desarrollo de este objetivo, se emplearán tres técnicas principales de procesamiento de datos. En primer lugar, el análisis comparativo se aplicará para establecer contrastes sistemáticos entre los diversos marcos de trabajo estudiados. Esto comprenderá la elaboración de una tabla detallada que permita identificar similitudes, diferencias y ventajas específicas de cada marco en relación con los requerimientos particulares de la organización. En segundo lugar, el análisis de datos se utilizará para discernir los elementos relevantes que puedan aportar valor sustancial a la propuesta de solución. Finalmente, la triangulación de datos se llevará a cabo para comparar la información obtenida de diversas fuentes, específicamente entre la revisión documental interna y la revisión bibliográfica externa.

Las herramientas de procesamiento de datos facilitarán la organización estructurada de la información. En consecuencia, se elaborarán tablas comparativas de los marcos de estudio y tablas de análisis destinadas a identificar el marco de trabajo que presenta la mayor alineación con las características y necesidades de AVTech.

### 3.5.1.4 Tercer objetivo específico

El tercer objetivo específico se sitúa en la fase de formulación de la propuesta de solución, cuyo propósito fundamental es el desarrollo de un marco de trabajo personalizado y adaptado a las necesidades particulares de la organización. Este marco integrará buenas prácticas, procesos optimizados, plantillas estandarizadas y herramientas tecnológicas pertinentes, buscando complementar y potenciar los recursos preexistentes en la organización. La propuesta incorporará o actualizará aquellos elementos que se consideren necesarios, según el análisis exhaustivo realizado en las fases previas, para abordar eficazmente los vacíos y las áreas de mejora identificadas en los objetivos precedentes. La Tabla 3.13 sintetiza el cuarto entregable, detallando las subcategorías de análisis, las técnicas de recolección de datos y los instrumentos utilizados. Además, especifica las técnicas y herramientas de procesamiento de datos, junto con las características y el contenido esperado del producto final.

**Tabla 3.13** Tercer objetivo: procesamiento y producto.

<b>Objetivo específico</b>		
Diseñar una propuesta de mejora para la gestión de proyectos de la organización, basada en el diagnóstico y la identificación de prácticas que reduzcan las brechas actuales.		
<b>Producto</b>	Propuesta de un marco de trabajo integrado para la gestión de proyectos, adaptado a las necesidades de la organización.	
<b>Técnicas de procesamiento</b>	<b>Herramientas de procesamiento</b>	<b>Entregable esperado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Análisis comparativo.</li> <li>-Triangulación de datos.</li> <li>-Juicio experto.</li> <li>-Diseño y redacción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Listas.</li> <li>-Cuadros.</li> <li>-Gráficos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Propuesta detallada del marco de trabajo adaptado a las necesidades específicas de la empresa.</li> <li>-Tabla comparativa de herramientas recomendadas para la gestión de proyectos, con sus funcionalidades relevantes.</li> <li>-Conjunto de plantillas y documentación requerida para la implementación del marco de trabajo propuesto.</li> </ul>

*Nota.* Elaboración propia.

El tercer entregable se centra en la elaboración de la propuesta de solución, constituyendo el eje central de la presente investigación al abordar directamente la problemática identificada en la gestión actual de proyectos de la organización. Resulta esencial explicar y detallar la manera en que esta puede integrarse de manera efectiva en las prácticas de gestión de proyectos de la organización, tarea que se aborda en el cuarto objetivo específico. No obstante, es crucial enfatizar que la consecución de este objetivo depende intrínsecamente del cumplimiento de los entregables precedentes, los cuales proporcionan la base analítica y conceptual necesaria para su formulación.

Para la formulación de la propuesta, se emplearán tres técnicas principales de procesamiento de datos. En primer lugar, el análisis comparativo de las herramientas y técnicas actuales de la organización con las mejores prácticas y elementos encontrados de los demás marcos de gestión. Para garantizar la validez y pertinencia de la propuesta de solución, se utilizará la triangulación de datos para identificar la configuración óptima, combinando el análisis de marcos de trabajo tanto ágiles como predictivos con las necesidades de la organización. El esquema preliminar de la propuesta será validado por juicio de experto, una técnica que corrobora la funcionalidad del plan para abordar las deficiencias identificadas basada en profesionales de la empresa con amplia experiencia. Este esquema se presentará al líder de implementación y entrega de servicios, cuyo perfil se considera el más adecuado para esta tarea.

Se desarrollará un esquema visual que represente la metodología propuesta de manera clara y estructurada. Asimismo, se incorporarán elementos gráficos que permitan identificar con mayor facilidad las entradas, las herramientas y las salidas de los procesos definidos. Las herramientas de procesamiento se emplearán para facilitar la comprensión y la comunicación de la propuesta de solución.

#### ***3.5.1.5 Cuarto objetivo específico***

El cuarto y último objetivo específico se centra en la fase de propuesta de implementación, cuyo propósito fundamental es asegurar una integración fluida y efectiva del marco de trabajo propuesto en los procesos de gestión de proyectos de la organización. El objetivo final de esta etapa es promover la adopción y el uso estandarizado y eficiente de la propuesta dentro del entorno organizacional. Este entregable comprende un cronograma detallado que incluye un listado secuencial de las actividades necesarias para la implementación, así como un estimado de los recursos requeridos. A continuación, en la Tabla 3.14, se presenta el entregable principal asociado a este objetivo, en conjunto con las subcategorías de análisis, las técnicas de recolección de datos

empleadas y los instrumentos específicos requeridos. Adicionalmente, se detallan las técnicas y herramientas de procesamiento de datos que se utilizarán, así como las características y el contenido esperado del entregable.

**Tabla 3.14** *Cuarto objetivo: procesamiento y producto.*

<b>Objetivo específico</b>		
Desarrollar una estrategia de implementación de la propuesta de mejora, a través de un plan detallado y factible que facilite su aplicación efectiva.		
<b>Producto</b>	Plan de implementación del marco de trabajo para la gestión de proyectos de la organización.	
<b>Técnicas de procesamiento</b>	<b>Herramientas de procesamiento</b>	<b>Entregable esperado</b>
-Análisis comparativo. -Juicio experto. -Diseño y redacción.	-Listas. -Cuadros. -Gráficos.	-Tabla con la estimación de plazos y el presupuesto necesario para la correcta implementación del marco de trabajo. -Tabla detallada de las actividades requeridas para la implementación del marco de trabajo propuesto. -Diagrama que ilustra el proceso de implementación del marco de trabajo propuesto.

*Nota.* Elaboración propia.

El último entregable marca la culminación de los objetivos planteados en la presente investigación. Su trascendencia radica en asegurar la adopción adecuada y la integración efectiva del marco de trabajo propuesto en la gestión de proyectos de la organización. Las técnicas de procesamiento de datos para este objetivo final se centran en el análisis de la información recopilada, con el fin de identificar los elementos clave que permitan una implementación alineada con los intereses estratégicos y operativos de la organización. Asimismo, este entregable sienta las bases para un uso sostenido y estandarizado de las buenas prácticas identificadas, fomentando así una cultura de mejora continua.

Las herramientas de procesamiento se emplearán para la elaboración de tablas y diagramas que faciliten y guíen la ejecución del plan de implementación. Concretamente, se desarrollará un diagrama que represente el flujo del proceso de implementación, así como tablas detalladas que especifiquen las actividades requeridas, la estimación de los plazos de ejecución y el presupuesto asignado para cada fase.

### 3.5.2 Técnicas de procesamiento

En la presente sección se detallan las diversas técnicas metodológicas empleadas para el procesamiento de la información recabada en el estudio. Para cada técnica, se expondrá su definición conceptual, su aplicación específica dentro del contexto de la investigación y su contribución al proceso de transformación de los datos recopilados en información relevante y significativa para la consecución de los objetivos previamente establecidos. La Tabla 3.15 presenta una síntesis de la definición de cada técnica utilizada y su pertinencia para el desarrollo de la investigación.

**Tabla 3.15** *Técnicas de procesamiento.*

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Análisis de datos</b>	El análisis de datos en esta investigación es un proceso fundamental para transformar la información (en algunos casos no estructurada) de AVTech en hallazgos significativos. Se aplican técnicas de organización para que la información fuera coherente y su análisis se alinea con los objetivos de la investigación. Esto permite explorar los datos en profundidad, describir los hallazgos relevantes y establecer vínculos entre los resultados empíricos y el marco teórico. La técnica facilita el estudio de la información de manera individual y en relación con los hallazgos generales, lo que fundamenta las conclusiones del estudio.	Para garantizar que el análisis de datos se realice de forma sistemática y coherente, esta investigación analiza diversas fuentes de información para obtener conclusiones sólidas. Se lleva a cabo un estudio exhaustivo de los datos para organizarlos de manera que se alineen con los intereses y objetivos del proyecto. Este enfoque facilita la obtención de interpretaciones precisas y conclusiones sólidamente fundamentadas.
<b>Triangulación de datos</b>	técnica fundamental que utiliza múltiples fuentes de información para identificar patrones, contrastar hallazgos y validar conclusiones. Esta técnica ofrece la ventaja de analizar el objeto de	Analiza la información desde múltiples fuentes y perspectivas. Esta investigación aplica la técnica para identificar

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicación</b>
	estudio desde diversas perspectivas, lo que contribuye a la validez y consistencia del análisis. En esta investigación, la triangulación de datos es crucial porque permite obtener una visión integral al comparar la información de entrevistas, encuestas, revisiones documentales internas y bibliografía externa.	elementos consistentes y contrastes significativos, lo que facilita obtener una visión integral del caso de estudio de AVTech. El análisis se basa en la información recopilada a través de encuestas, entrevistas, revisión documental interna y revisión bibliográfica externa, asegurando así que las conclusiones sean sólidas y bien fundamentadas.
<b>Análisis comparativo</b>	Técnica para establecer similitudes y contrastes entre objetos de estudio o fuentes de información. Esta técnica permite identificar aspectos relevantes y destacar las diferencias significativas. También funciona como una herramienta de sistematización, ya que requiere sintetizar y organizar los elementos clave para su comparación posterior.	Análisis comparativo de diversos elementos y de la información de múltiples fuentes. La finalidad es discernir qué aspectos específicos pueden aportar un valor significativo a la investigación, y qué similitudes, contrastes y características distintivas de cada elemento son relevantes para formular la propuesta.
<b>Juicio experto</b>	Técnica que recopila la opinión de especialistas con conocimientos relevantes sobre un tema en particular. Esta metodología, de implementación relativamente sencilla, ofrece análisis teóricos profundos y no requiere una gran cantidad de recursos técnicos o humanos. Es una herramienta valiosa para validar la calidad de un objeto de estudio, un instrumento o cualquier aspecto de una investigación.	Obtiene la valoración especializada y las recomendaciones fundamentadas de un profesional con experiencia. Específicamente, se busca su criterio para validar la funcionalidad y pertinencia de la propuesta de solución, y así asegurar que esta sea capaz de abordar las necesidades identificadas en AVTech.
<b>Diseño y redacción</b>	Técnica que transforma la información de múltiples fuentes en un texto coherente y estructurado. Permite al investigador organizar sistemáticamente la información, destacar los	Establece relaciones de similitud y contraste entre diferentes objetos de estudio o fuentes de información. Facilita la

Técnica	Descripción	Aplicación
	puntos clave y establecer conexiones lógicas, lo que es esencial para la elaboración de la propuesta de solución y la justificación de las conclusiones de la investigación.	identificación de aspectos relevantes y acentúa las diferencias significativas. Además, sirve como una herramienta de sistematización, ya que exige la síntesis y organización de los elementos fundamentales para su posterior comparación.

*Nota.* Elaboración propia.

## Capítulo 4 Análisis de Resultados

En este capítulo, se presentan los resultados y el análisis de la información obtenida a través de la aplicación de las herramientas descritas en el capítulo precedente. El objetivo es cumplir con los lineamientos establecidos en los objetivos de la investigación en curso.

El análisis se estructura en tres secciones principales. Primeramente, un diagnóstico exhaustivo de la gestión actual de proyectos. Seguidamente, una caracterización detallada del perfil de los proyectos ejecutados y finalmente, una identificación de las buenas prácticas halladas en los marcos de referencia aplicables.

El desarrollo de estas secciones se realizará a la luz de los hallazgos obtenidos de la revisión bibliográfica y documental, así como de los datos recolectados mediante los instrumentos aplicados al equipo de gestión de proyectos del departamento y al líder de implementación y entrega de servicios durante el proceso de recolección de información.

El perfil profesional del equipo de AVTech participante en las entrevistas, incluyendo el tiempo laborado en su puesto y los instrumentos en los que aportaron su experiencia, se detalla en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1** Perfil equipo participante en la recopilación de información

<b>Puesto</b>	<b>Perfil</b>	<b>Tiempo laborando</b>
Gerente de PMO.	Máster en Gestión de Proyectos. Ingeniero eléctrico.	18 años.
Gerente de proyectos.	Máster en Gestión de Proyectos. Ingeniero en Computadores.	15 años.
Gerente de proyectos.	Ingeniero en Electrónica.	13 años.
Gerente de proyectos.	Máster en Gestión de Proyectos. Ingeniero eléctrico.	7 años.
Gerente de proyectos.	Máster en Gestión Financiera. Ingeniero eléctrico.	2 años.
Líder de equipo.	Ingeniero en Electrónica.	18 años.

*Nota.* Elaboración propia.

La caracterización previa demuestra que el equipo considerado para la aplicación de los instrumentos posee una experiencia sustancial. Esto les permitió ofrecer no solo información teórica sobre la gestión actual, sino también conocimientos prácticos derivados de su desempeño en las tareas diarias.

Una vez que el perfil del equipo participante en la recolección de información ha sido comprendido, se continuará con el análisis de los resultados de acuerdo con lo previamente indicado.

#### ***4.1 Diagnóstico de las características actuales de gestión***

Para iniciar el proceso de diagnóstico de la gestión actual de proyectos en AVTech, estructuraremos un análisis exhaustivo que incluirá varios apartados clave. En primer lugar, realizaremos una caracterización detallada de las prácticas de gestión actuales. Esto implica un análisis desde la iniciación de los proyectos hasta su cierre, documentando los procedimientos paso a paso que están en vigor y sus características generales de gestión. Además, un examen minucioso de los procesos, herramientas y metodologías que se emplean actualmente en la administración de proyectos.

A continuación, identificaremos las buenas prácticas que ya están implementadas dentro del marco de gestión de proyectos de AVTech. No se trata solo de enumerar lo que se hace bien; buscaremos destacar aquellas prácticas que realmente aportan valor a la organización y señalaremos las áreas donde estas fortalezas podrían amplificarse o aprovecharse aún más. De manera simultánea, llevaremos a cabo un análisis riguroso de las oportunidades de mejora, las debilidades y las limitaciones de la metodología vigente. Este enfoque dual nos asegura una visión equilibrada, comprendiendo tanto lo que funciona como lo que necesita atención.

Todo este proceso de diagnóstico no solo nos permitirá diagnosticar con precisión el estado actual de la gestión de proyectos en AVTech, sino que, lo que es más importante, establecerá un punto de partida claro e informado para diseñar la propuesta de solución personalizada. Al comprender profundamente el panorama actual podremos asegurar que cualquier recomendación futura sea práctica, relevante y altamente efectiva para abordar las necesidades específicas de AVTech.

##### ***4.1.1 Caracterización del modelo de gestión actual***

La información recabada a través de la aplicación del modelo de idoneidad en AVTech revela una marcada inclinación hacia un enfoque predominantemente predictivo en la gestión de proyectos. Esta preponderancia del modelo predictivo se manifiesta en diversos aspectos operacionales y estructurales de la empresa. Esto se evidencia en el Procedimiento Operacional Estándar utilizado para las actividades de gestión de proyectos, el cual se fundamenta en los lineamientos de las normas AS9100 y DO-178C, que establecen un enfoque claramente predictivo

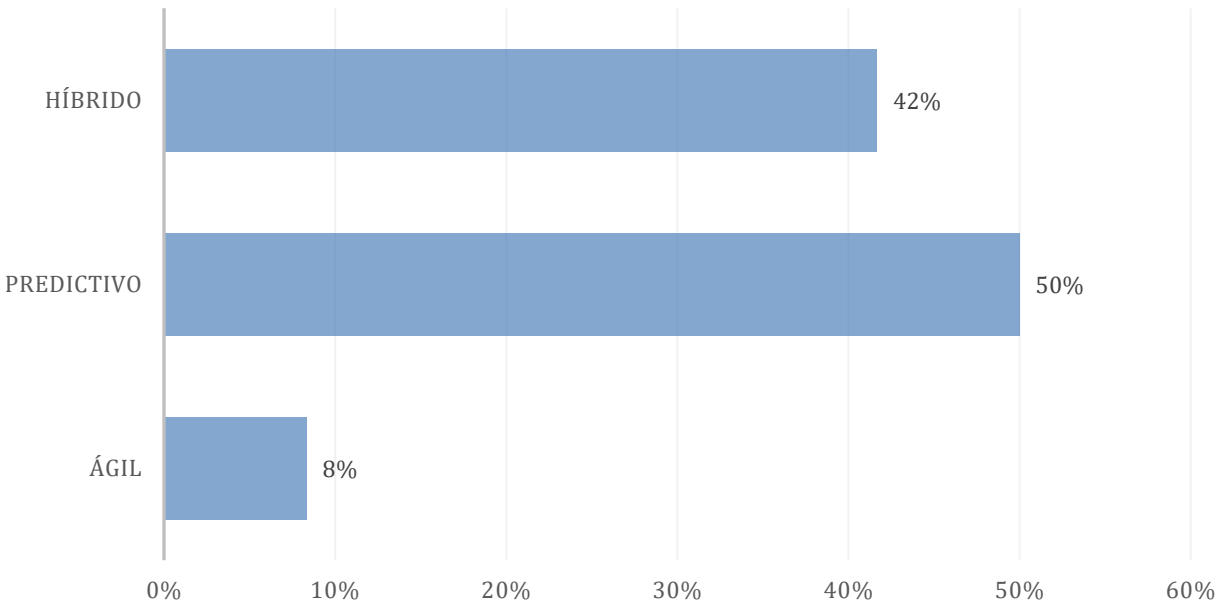
tanto para el desarrollo como para la verificación. Adicionalmente, este procedimiento se apoya en los principios del PMBOK®, en sus quinta y sexta ediciones, que presentan una orientación marcada hacia metodologías de tipo cascada y de planificación secuencial. Como resultado, la estandarización de procesos dentro de la empresa ha mantenido una tendencia en la que el inicio de cada fase depende de las salidas formales de la anterior, generando altas interdependencias entre procesos y limitando las posibilidades de paralelización de actividades.

Asimismo, sugiere que gran parte de las características inherentes a la organización y la naturaleza de sus proyectos actuales se alinean con los principios de planificación detallada, secuencialidad y control estricto, típicos de los modelos predictivos.

A pesar de que la gestión de proyectos actual en AVTech muestra cierta flexibilidad para manejar cambios en etapas tardías del ciclo de vida del proyecto, la empresa busca que estos requisitos iniciales estén lo más definidos y estables posible desde el comienzo. Los cambios significativos en fases avanzadas inevitablemente conllevan una considerable cantidad de retrabajo y cambios en cadena en los diversos artefactos del proyecto, lo que subraya su adherencia a los métodos predictivos donde las variaciones tardías son costosas y complejas de integrar.

Sin embargo, el análisis también identifica la presencia de elementos característicos de un modelo híbrido como se observa en el Anexo 1: Resultado de aplicación del modelo de idoneidad. Los componentes no predictivos actúan como un impulso hacia una gestión más flexible y adaptable, especialmente en condiciones específicas que demandan mayor capacidad de respuesta a las necesidades cambiantes del cliente. Los resultados detallados de esta evaluación de idoneidad se presentan en la Figura 4.1.

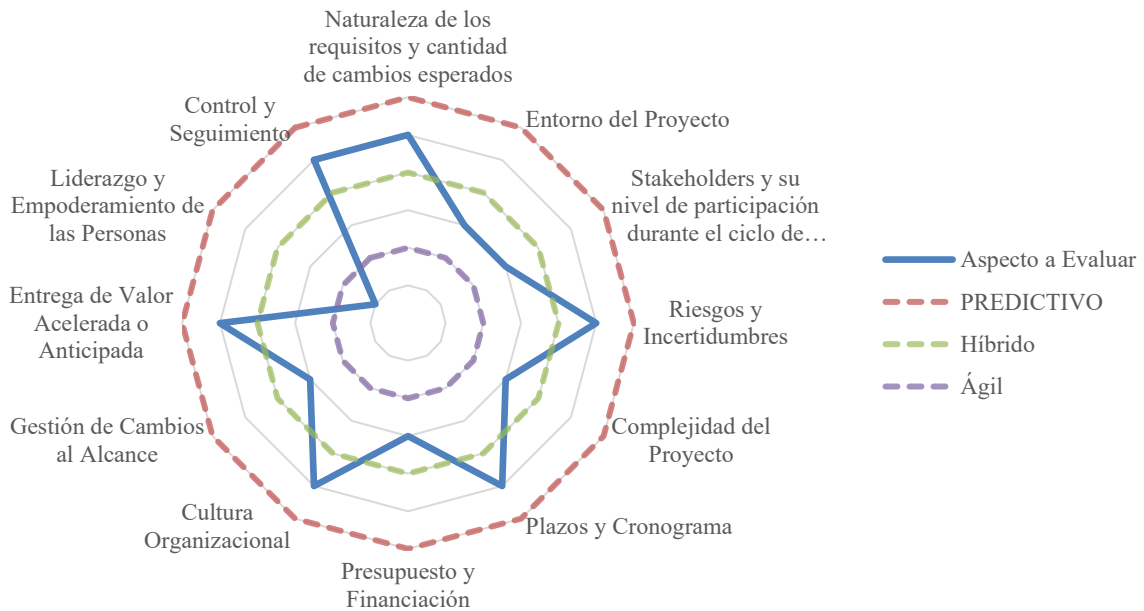
**Figura 4.1** Resultados del modelo de idoneidad.



El análisis actual indica que la empresa presenta un porcentaje notablemente bajo de características que se alinean con una metodología puramente ágil. Este hallazgo se correlaciona fuertemente con los estrictos requisitos regulatorios impuestos por estándares como el DO-178C, que rige las consideraciones de software para la certificación de sistemas y equipos aeroespaciales. Estas regulaciones suelen exigir procesos de desarrollo altamente estructurados, documentados meticulosamente, y rigurosamente verificables, lo que a menudo se percibe como un contraste inherente con la naturaleza iterativa y flexible de los marcos ágiles tradicionales.

A pesar de estas limitaciones, las características identificadas dentro del modelo híbrido sugieren una nascente apertura en la organización hacia la adopción de un paradigma de gestión más flexible, alejándose de los enfoques puramente lineales y rígidos. Esto indica que, si bien una inmersión ágil total podría ser desafiante debido al panorama regulatorio, existe un claro potencial para cultivar entornos de adaptación y mejora continua. Tal inclinación podría facilitar la integración estratégica de principios y prácticas clave de métodos de gestión más flexibles, permitiendo a la empresa mejorar su capacidad de respuesta y eficiencia en áreas específicas, manteniendo al mismo tiempo el pleno cumplimiento de sus obligaciones regulatorias. En la Figura 4.2 se detalla este comportamiento de las características analizadas con el Anexo 1.

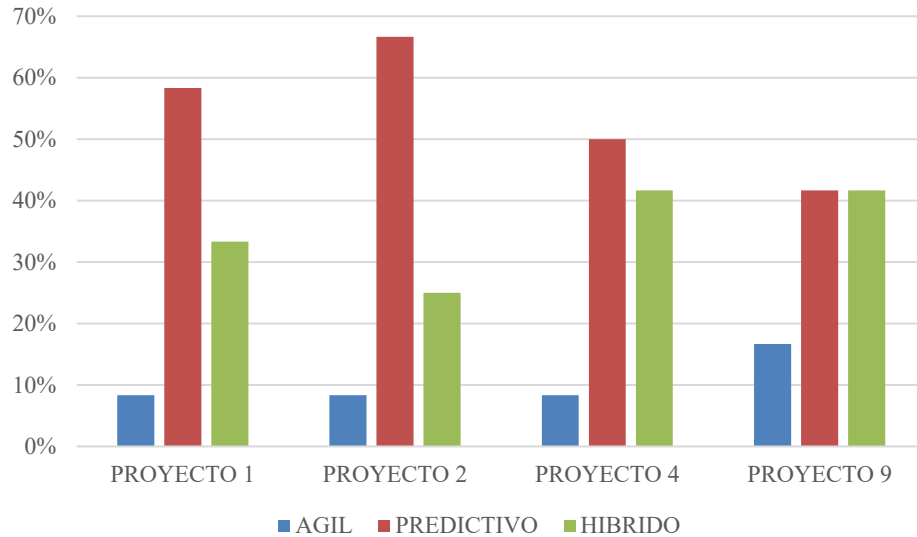
**Figura 4.2** *Peso de las características analizadas.*



Según los resultados ilustrados en la Figura 4.3, las metodologías ágiles son las que han tenido menor nivel de adopción dentro de la organización. Es importante señalar que, a pesar de la variabilidad en la complejidad de los proyectos y la adopción aún limitada de metodologías ágiles, una característica recurrente en la mayoría de los escenarios es la intención de fomentar el empoderamiento y el liderazgo dentro de los equipos de trabajo. Sin embargo, este impulso hacia el empoderamiento no se traduce en una independencia total; más bien, busca una alineación

consciente y estratégica con los objetivos generales de la organización, la cultura empresarial y las estructuras jerárquicas preestablecidas para cada proyecto.

**Figura 4.3** Tendencias en las metodologías de gestión.



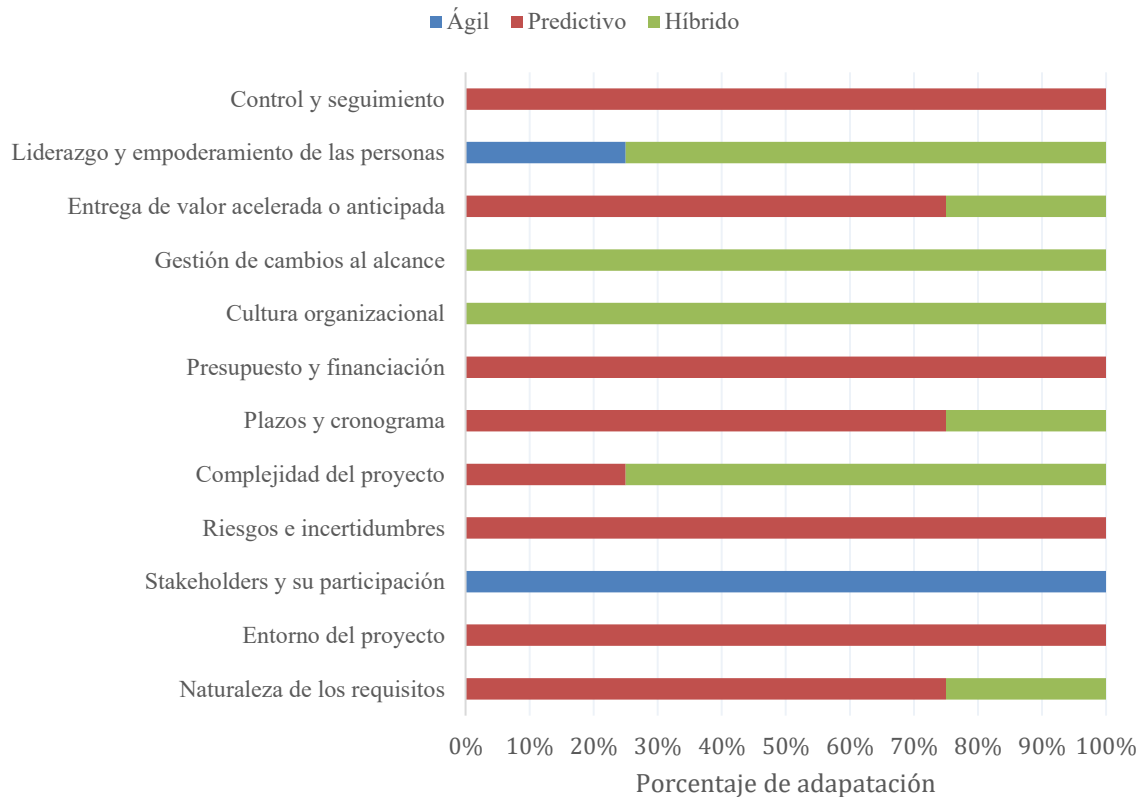
*Nota.* Elaboración propia.

De este modo, se busca un equilibrio donde la toma de decisiones a nivel operativo se fortalezca, permitiendo a los equipos responder con agilidad a los desafíos diarios y optimizar sus procesos sin necesidad de una supervisión constante. El objetivo es crear un entorno donde los equipos se sientan dueños de su trabajo, contribuyan activamente a la mejora continua y se desarrollen profesionalmente, todo ello mientras permanece firmemente anclados a la visión, metas estratégicas y estándares de calidad de la empresa.

Al adoptar un enfoque más híbrido, AVTech busca integrar la capacidad de ajustar ciertos elementos, pero siempre bajo la premisa de que estos sean cambios pequeños, bien definidos, contenidos y gestionados meticulosamente. Estas modificaciones se manejan a través de un aumento formal del alcance, que implica un procedimiento de aprobación riguroso. Este modelo permite una adaptabilidad controlada, ofreciendo la ventaja de incorporar mejoras o ajustes sin desestabilizar la planificación original ni incurrir en los altos costos asociados a las reestructuraciones completas de proyectos predictivos.

Como se observa en la Figura 4.4, algunos elementos se mantienen completamente alineados a una metodología de gestión predictiva, principalmente debido al marco regulatorio estricto bajo el cual opera la empresa y a la experiencia acumulada en la ejecución de proyectos con características similares.

**Figura 4.4** *Análisis de metodologías de gestión.*



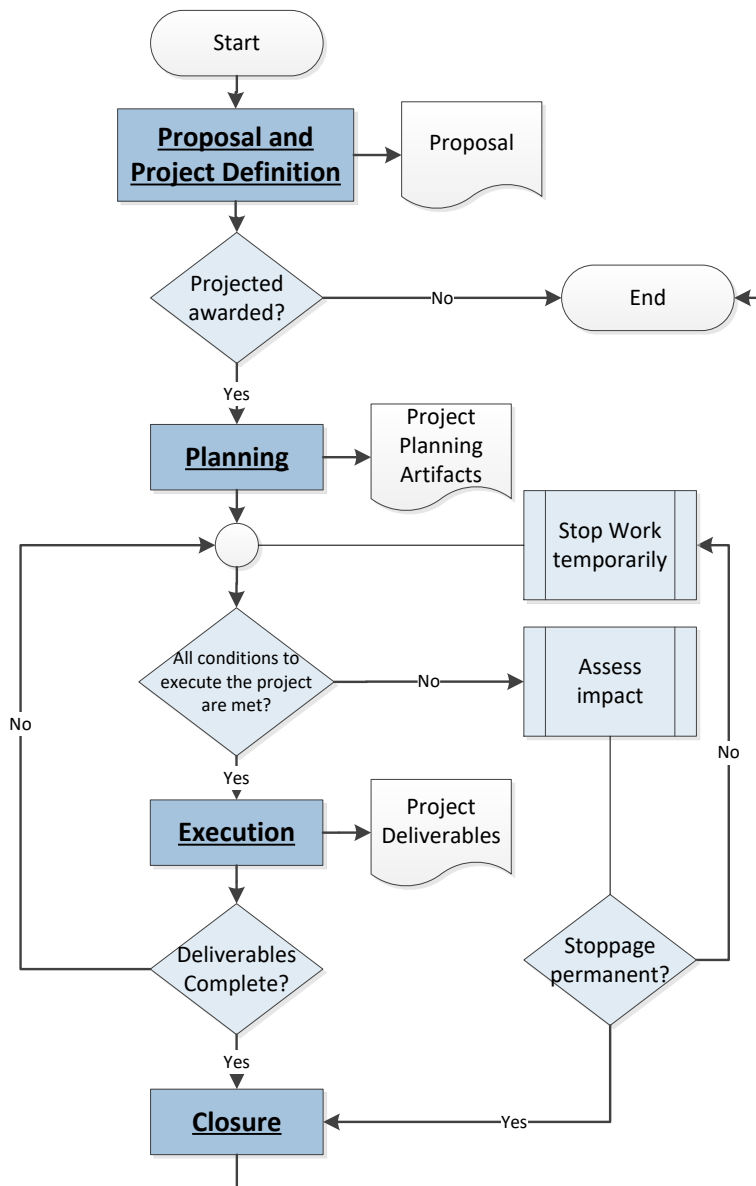
*Nota.* Elaboración propia.

Entre las categorías que reflejan con mayor claridad esta alineación destacan: el control y seguimiento del proyecto, que sigue estructuras formales y reportes periódicos; el entorno del proyecto, caracterizado por condiciones relativamente estables y con poca tolerancia al cambio; el presupuesto y la financiación, que suelen definirse desde etapas tempranas y mantenerse con márgenes estrechos de variación; y la gestión de riesgos e incertidumbre, que tiende a abordarse mediante planes preventivos detallados más que con mecanismos adaptativos. Estos factores hacen que, en dichas áreas, el uso de metodologías ágiles o flexibles sea percibido como menos viable o incluso innecesario.

Es fundamental además comprender que el propósito del documento que contiene los lineamientos actuales se define como “describir el proceso de gestión de proyectos utilizado por AVTech para entregar los proyectos a tiempo, dentro del presupuesto, satisfaciendo los objetivos del proyecto y cumpliendo con las responsabilidades establecidas en el contrato” (AVTech, 2024a). Aunque el documento no lo declara de forma explícita, las entrevistas realizadas revelan que su diseño y contenido se fundamentan sólidamente en dos pilares metodológicos reconocidos a nivel global: las buenas prácticas definidas en la Guía del PMBOK® y los rigurosos lineamientos establecidos para la certificación AS9100. Esta doble base sugiere un enfoque en la gestión de proyectos que busca no solo la eficiencia operativa, sino también el cumplimiento estricto de estándares de calidad y seguridad, especialmente relevantes en el sector aeroespacial y de defensa.

La empresa subraya que este documento metodológico, AV-026 Project Management Process de AVTech (2024a), detalla de manera concisa las responsabilidades y actividades clave en ocho áreas de conocimiento fundamentales para la gestión de proyectos. Estas incluyen el alcance, el cronograma, las comunicaciones, el costo, los recursos, la integración, la calidad y los interesados. La especificación de estas áreas demuestra un reconocimiento de los componentes críticos para el éxito de un proyecto, asegurando que cada fase y aspecto sea abordado con la debida diligencia y control, desde la definición inicial hasta la entrega final y la gestión de las expectativas de todas las partes involucradas. En la Figura 4.3 se ilustra el ciclo de vida de los proyectos y sus fases.

**Figura 4.5** Ciclo de vida de un proyecto en AVTech.



*Nota: Tomado de AVTech (2024a).*

Los proyectos en la organización se manejan en cuatro fases secuenciales: propuesta y definición, planeamiento, ejecución y cierre. Cada una de estas etapas está claramente delimitada con sus propias actividades, objetivos, herramientas y entregables. Esta división en fases permite una progresión ordenada y controlada, reflejando un enfoque donde el avance depende de la finalización y aprobación de la etapa precedente.

Asimismo, los resultados de la evaluación de agilidad empresarial respaldan el estado actual, indicando que los procesos existentes de la empresa muestran un 46% de agilidad según se indica en el Anexo 2. Esta medida cuantitativa refleja el grado en que las prácticas operativas actuales se alinean con los principios y valores ágiles reconocidos. La evaluación proporcionó una visión estructurada de la postura actual de la organización con respecto al desarrollo iterativo, la respuesta flexible al cambio y la colaboración interfuncional. Dentro de esta evaluación, es notable que las características con mayor puntuación se relacionaron principalmente con los aspectos culturales de la empresa.

En cuanto a las herramientas utilizadas para la gestión, los gerentes de proyectos coinciden en que las más comunes son Microsoft Project y Microsoft Excel. Ambas se emplean principalmente para la elaboración de cronogramas con un alto nivel de detalle. Sin embargo, en lo que respecta a métricas y seguimiento de la ejecución, se utilizan plantillas establecidas por los procedimientos internos de la empresa. Adicionalmente, se hace uso de otras herramientas destinadas a tareas muy específicas, las cuales tienen un impacto limitado en la gestión general de los proyectos, enfocándose más en la ejecución operativa del día a día.

Asimismo, se evidencia una desconexión entre los procedimientos formales establecidos para el manejo de riesgos y la percepción que tienen los gerentes de proyectos sobre su aplicación práctica. El PMO Manager describe un proceso estructurado y documentado, compuesto por tres etapas clave: la identificación de riesgos, su evaluación mediante mapas de calor y la definición de acciones específicas para tratarlos, como estrategias de mitigación. Sin embargo, desde la perspectiva de los gerentes de proyectos, este enfoque no se percibe como algo tangible en la ejecución diaria. Más bien, el manejo de riesgos se realiza de forma empírica, basada en la experiencia individual, el juicio personal y la respuesta reactiva ante los problemas, lo que limita la efectividad de las medidas preventivas y reduce la capacidad de anticipación del equipo.

#### ***4.1.2 Perfil de proyectos actuales***

En el siguiente apartado se caracterizarán los proyectos realizados en AVTech, tomando como base la documentación revisada, así como los resultados de la encuesta y la entrevista aplicadas a los miembros del equipo. Es importante destacar que comprender el perfil de los proyectos es un paso clave, ya que el objetivo principal es identificar sus particularidades para adaptar una metodología que responda de la mejor manera a sus necesidades. Cabe señalar que

ninguna metodología es una fórmula exacta, pero sí puede constituir una herramienta que facilite y optimice la gestión de los proyectos.

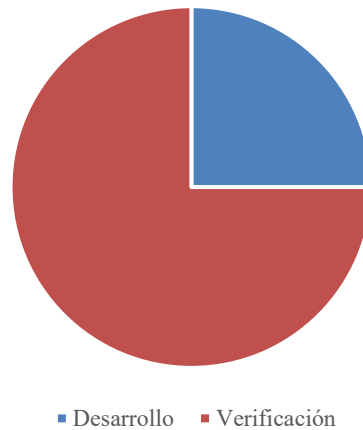
#### ***4.1.3 Características de los proyectos actuales***

Es importante destacar que AVTech, si bien cuenta con varios departamentos operativos, concentra sus proyectos exclusivamente en el desarrollo y verificación de software para aplicaciones aeroespaciales, siguiendo los lineamientos del estándar DO-178C. Además, se evidencia la implementación de procesos estandarizados conforme al estándar AS9100. Aunque existen iniciativas orientadas a incursionar en otros mercados, como hardware y diseño mecánico, estas no se consideran dentro del presente análisis. El enfoque se limita únicamente al departamento de software y sus proyectos actuales. Durante los acercamientos iniciales con el líder de implementación y entrega de servicios de AVTech, se señaló que los proyectos del departamento suelen enfrentar cambios frecuentes, ya sea por condiciones del código inicial o por ajustes en los requerimientos del cliente. La incorporación de estos cambios ha sido identificada como una de las principales causas de la disminución en el desempeño de los proyectos, especialmente a la hora de la verificación. A esto se suma la limitación impuesta por el marco metodológico actualmente en uso, el cual se basa en un enfoque secuencial que restringe la flexibilidad de los procesos durante el desarrollo y verificación.

A continuación, se realizará un análisis y contraste de la información proporcionada con los datos recopilados, con el fin de verificar su coherencia con los hallazgos obtenidos. Este ejercicio permitirá construir una caracterización integral de los proyectos, incorporando tanto la perspectiva del equipo y del líder, como la evidencia documentada sobre su desarrollo.

Como primer punto, se identifica que, según los 4 proyectos analizados, se concentran principalmente en la etapa de verificación y validación dentro del ciclo de vida del software. Solo una proporción reducida, aproximadamente el 25%, incluye también actividades de desarrollo como se observa en la Figura 4.4. No obstante, este desarrollo puede abarcar desde la creación de prototipos de código, hasta el desarrollo del código final para el producto o la elaboración de los requerimientos necesarios para su implementación.

**Figura 4.6** *Tipos de proyectos desarrollados en AVTech.*



*Nota.* Elaboración propia.

Cabe destacar, además, que los proyectos que incluyen un componente de desarrollo también incorporan las etapas de verificación y validación presentes en el resto de los proyectos. Esto permite concluir que el 100% de los proyectos en AVTech contemplan la etapa de verificación y validación dentro de su ciclo de vida.

#### **4.1.4 Situación actual en el flujo de los artefactos**

Actualmente, se emplea un documento en *Microsoft Excel* como herramienta principal para el seguimiento de los avances. Este documento presenta una lista de los distintos requerimientos o casos de prueba que deben desarrollarse, junto con su respectivo estado de avance. Su estructura permite visualizar el progreso de cada elemento y gestionar el trabajo en función de su cumplimiento. Además, el mismo enfoque se aplica en otros apartados, como la gestión de requerimientos, documentación técnica y elementos relacionados.

Sin embargo, para efectos de esta propuesta, el alcance se limitará exclusivamente a la gestión y seguimiento de los casos de prueba, ya que es en este componente donde se han identificado los mayores desafíos operativos y donde se considera que el enfoque *Kanban* puede aportar mejoras significativas en visibilidad, control del flujo y eficiencia del equipo.

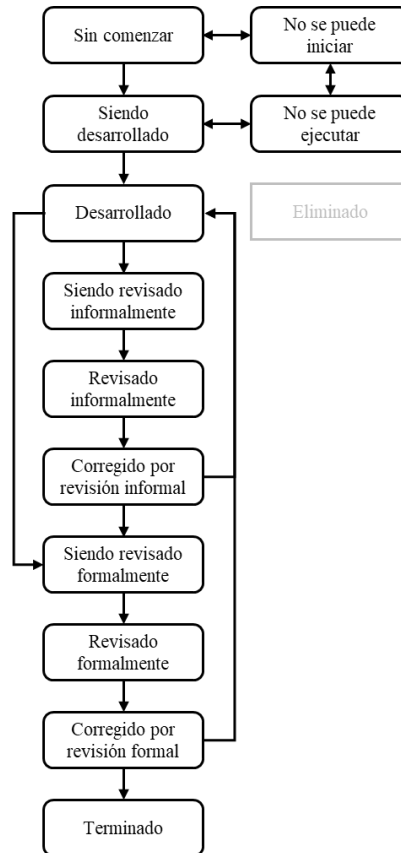
El documento propone los siguientes estados:

- Sin comenzar.
- Siendo desarrollado.

- No se puede ejecutar.
- Desarrollado.
- Siendo revisado informalmente.
- Revisado informalmente.
- Corregido por revisión informal.
- Siendo revisado formalmente.
- Revisado formalmente.
- Corregido por revisión formal.
- Terminado.
- Eliminado.
- No se puede iniciar.

Cada uno de estos estados se relaciona como se observa en la Figura 4.7

**Figura 4.7** Flujo de cada artefacto.



Los estados definidos en el documento permiten conocer en tiempo real la situación de cada uno de los casos de prueba en desarrollo. Sin embargo, presentan una particularidad que puede afectar la percepción del avance: en algunos escenarios, el flujo de trabajo genera ciclos que hacen que el progreso aparente se reduzca, aunque en la práctica se estén realizando actividades concretas.

Por ejemplo, cuando un caso de prueba es marcado como “Corregido por revisión informal”, debe regresar al estado de “Siendo revisado informalmente” para que los cambios realizados sean validados y aprobados. Este comportamiento cíclico es necesario para garantizar la calidad del producto, pero puede dar la impresión de que no hay avance cuando se comparan los estados semana a semana, ya que los elementos pueden haber retrocedido en la secuencia visible del tablero, a pesar de haber avanzado en su elaboración.

De la misma forma, el progreso visualizado por medio de una tabla con los diferentes estados genera una problemática alrededor de la forma en que se detectan posibles cuellos de botella a futuro. Actualmente, AVTech solamente puede bajar una revisión manual y cruzando los datos de la tabla con otras tablas de problemas técnicos, consultas o bloqueos; creando así una gran dificultad para verlo de manera simple y eficaz ante proyectos que mueven una alta cantidad de artefactos y tareas.

Este fenómeno evidencia una limitación en la forma en que se representa el flujo de trabajo, y justifica la necesidad de incorporar una herramienta que permita visualizar el verdadero progreso sin perder el control de calidad.

#### ***4.1.5 Enfoque aplicable a la gestión de proyectos***

En concordancia con el apartado anterior y los hallazgos obtenidos, se destaca la relevancia de incorporar elementos que sean de idóneos para su aplicación en la gestión actual. Además, se identifica como fundamental el fortalecimiento de la gestión del cambio, la promoción de un liderazgo colaborativo y el aprovechamiento estratégico de herramientas tecnológicas. Todo ello con el propósito de mejorar tanto el control como la flexibilidad en la ejecución de los proyectos.

Entre estos elementos se incluyen la implementación de iteraciones, el uso de procesos más adaptables, la validación incremental de entregables y una mayor integración de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Para lograr esta transformación, resulta necesario integrar buenas prácticas provenientes del enfoque ágil, ya que los marcos de trabajo basados en el agilismo están diseñados

específicamente para fomentar la adaptabilidad, la mejora continua, la comunicación efectiva y la entrega de valor en ciclos cortos. Su incorporación permitirá a la organización responder de manera más efectiva a las demandas cambiantes del entorno y de los clientes, sin comprometer la calidad ni la trazabilidad exigida por los marcos normativos en los que opera.

Los resultados de la encuesta aplicada reflejan una percepción compartida de que los proyectos pueden beneficiarse de un enfoque híbrido, combinando lo mejor de las metodologías predictivas con prácticas ágiles. Esta combinación permitiría conservar la estructura y el control necesarios en entornos regulados, al tiempo que se introduce mayor flexibilidad y capacidad de adaptación a los cambios.

Desde la perspectiva del PMO Manager, su principal preocupación gira en torno a la gestión de riesgos dentro de la organización, ya que una administración inadecuada puede derivar en impactos significativos tanto en los costos como en los cronogramas de los proyectos. La adopción de un enfoque híbrido permitiría incorporar herramientas y prácticas que promuevan una gestión de riesgos más proactiva, permitiendo anticipar problemas y mitigar sus efectos antes de que se materialicen, en lugar de reaccionar una vez que ya han ocurrido. A pesar de que sean aplicables también desde un enfoque predictivo, un enfoque híbrido podría agregar elementos que optimicen y faciliten su aplicación en la organización.

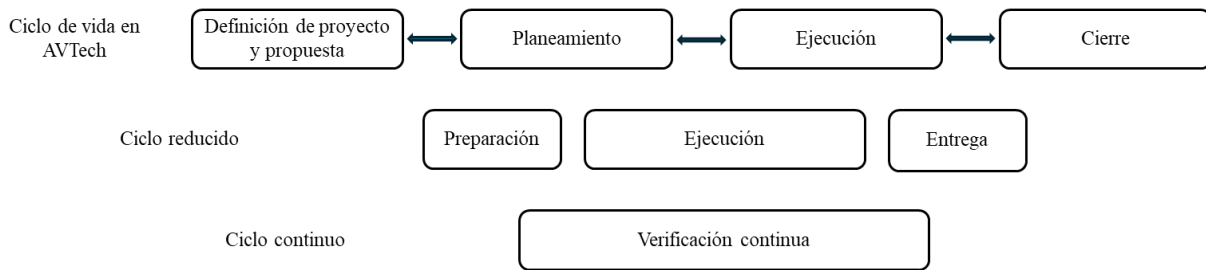
Por otro lado, desde la visión de los gerentes de proyectos, los desafíos más relevantes están relacionados con la debilidad en la aplicación actual del proceso de gestión de cambios en el alcance. Aunque la empresa cuenta con procedimientos bien definidos, en la práctica estos tienden a flexibilizarse debido a la naturaleza cercana y de confianza de la relación con el cliente. En este contexto, la implementación de un enfoque ágil podría ofrecer una solución efectiva, al establecer revisiones periódicas, entregas incrementales de valor y espacios formales para gestionar cambios de manera controlada, reduciendo así el impacto negativo de los ajustes en el alcance.

En particular, se destaca que la implementación de prácticas ágiles podría contribuir significativamente a acortar los ciclos de entrega y a responder con mayor agilidad a las necesidades del cliente. Al visualizar el flujo de trabajo y limitar el trabajo en curso, se facilita la identificación temprana de cuellos de botella, lo que permite una intervención oportuna para optimizar los procesos y mejorar la eficiencia general del equipo. Asimismo, este enfoque proporciona una mejor visibilidad del estado de los proyectos, lo que fortalece la gestión de riesgos

al permitir un monitoreo continuo y una toma de decisiones más informada durante todo el ciclo de vida del proyecto.

AVTech ha comenzado a adoptar una estrategia de reducción del ciclo de vida en ciertos proyectos específicos, especialmente aquellos con menor complejidad técnica o con un grado significativo de repetibilidad. Se han identificado oportunidades para comprimir etapas tradicionales del ciclo de vida, como planificación, diseño, implementación, verificación e integración como se observa en la Figura 4.7. Por ejemplo, las etapas de definición de proyecto y propuesta se pueden comprimir en una sola etapa de preparación previa, así como las actividades de cierre acercarlas más al flujo de ejecución.

**Figura 4.8** *Simplificación del ciclo de vida.*



*Nota: Elaboración propia.*

Esta compresión no elimina ninguna fase, pero permite que algunas se ejecuten de forma más coordinada o simplificada, reduciendo los tiempos totales sin comprometer la trazabilidad ni el cumplimiento de los estándares regulatorios, como lo exige DO-178C en los proyectos de verificación de software.

Es importante destacar que esta reducción del ciclo de vida no representa una flexibilización de los estándares técnicos o de calidad, sino una adaptación consciente y estructurada del modelo operativo a la naturaleza y criticidad de cada tipo de proyecto.

La adopción de enfoques híbridos o la implementación de elementos ágiles en un proyecto predominantemente predictivo se ve impulsada por diferentes autores, enfatiza la necesidad de adaptar el enfoque de la dirección de proyectos a las características únicas de cada proyecto y su contexto. Un enfoque híbrido resulta especialmente valioso cuando un proyecto tradicionalmente bien definido enfrenta áreas de incertidumbre, complejidad o riesgo en el alcance o los requisitos.

Para que un método altamente predictivo se beneficie, se integran deliberadamente prácticas adaptativas para manejar esas áreas volátiles, permitiendo que la porción del proyecto que es bien conocida o tiene requisitos fijos siga un ciclo de vida predictivo, mientras que los elementos que están evolucionando adoptan una entrega ágil.

Un beneficio clave de integrar prácticas ágiles es la reducción del retrabajo a gran escala, que es inherentemente costoso y común en proyectos puramente predictivos donde los requisitos solo se validan tarde en el ciclo de vida. La identificación temprana y reducción de la incertidumbre garantiza que cualquier error o desalineación sea detectado y corregido al comienzo de una iteración, evitando así la necesidad de grandes correcciones o retrabajos en las etapas finales del proyecto.

En cuanto a la detección de cuellos de botella y la optimización del flujo de trabajo, los métodos ágiles aportan una transparencia crucial a los proyectos predictivos. Herramientas de visualización de flujo como los tableros *Kanban* se utilizan a menudo en enfoques híbridos o basados en flujo para mostrar el trabajo pendiente, el trabajo en curso y el trabajo terminado. Al limitar el trabajo en curso y visualizar el flujo de trabajo, estos tableros exponen inmediatamente cualquier impedimento o cuello de botella que ralentice el proceso. Además, la práctica continua de retrospectivas permite al equipo y a los interesados diagnosticar si los enfoques y procesos están funcionando eficazmente, y de ser necesario, identificar las causas raíz de los retrasos o defectos. Estas revisiones actúan como un mecanismo de mejora continua que optimiza el flujo de trabajo, lo cual resulta en una mayor eficiencia para el resto de las actividades predictivas del proyecto.

## ***4.2 Buenas prácticas de los marcos de referencia***

En el siguiente apartado, se procederá con la comparación de tres marcos de referencia ágiles. El objetivo es identificar las buenas prácticas que pueden ser incorporadas eficazmente en la propuesta de solución.

### ***4.2.1 Comparación de marcos ágiles***

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los diferentes marcos de referencia ágiles estudiados en la presente investigación, realizado a la luz de los aspectos de mejora identificados durante su desarrollo. El propósito de centrarse en los hallazgos y oportunidades de mejora de estos tres enfoques es doble: por un lado, permite delimitar el alcance del estudio, concentrándolo en las necesidades y requerimientos específicos de la gestión de proyectos de

AVTech; por otro, garantiza que los elementos que se incorporen en la propuesta de solución sean pertinentes y aplicables a la realidad operativa de la empresa.

En la Tabla 4.2, se expone la comparación detallada de los tres enfoques ágiles analizados: *Scrum*, *Kanban* y *Lean*.

**Tabla 4.2** Comparación marcos de referencia según área de mejora.

<i>Área de Mejora</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean</i>	<i>Kanban</i>
<i>Estructura de la metodología.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Conjunto de roles específicos, eventos prescritos y artefactos distintos.</li> <li>-Cada <i>sprint</i> se diseña con un objetivo claro y busca producir un entregable tangible.</li> <li>-El trabajo se organiza en períodos consistentes y con un tiempo fijo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se basa en el flujo continuo de trabajo y eliminación de desperdicios.</li> <li>-Busca maximizar la eficiencia y entregar valor con el mínimo esfuerzo y recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estructura de trabajo es continua y fluida.</li> <li>-Gestión visual por medio de tableros.</li> <li>-Limita el trabajo en curso.</li> </ul>
<i>Gestión de los cambios.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las reuniones diarias y las retrospectivas permiten una adaptación ágil y continua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se optimizan las operaciones y aumentan la eficiencia al identificar y suprimir actividades que no contribuyen al producto o servicio final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gestionados visualmente para prevenir sobrecargas y cuellos de botella.</li> </ul>
<i>Gestión del alcance y priorización.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Utiliza el <i>Product Backlog</i> para priorizar y gestionar el alcance del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evita desarrollar tareas que no aporten valor o no sean necesarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El tablero y sus políticas limita el trabajo en progreso y prioriza el flujo.</li> </ul>
<i>Visualización de progreso y avance.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se construyen tableros para reflejar el estado actual de cada tarea por <i>sprint</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se visualiza el flujo por medio de <i>Value Stream Mapping</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se prepara un tablero que presenta el progreso y estado de todas las tareas.</li> </ul>
<i>Roles determinados.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Los roles están especificados, con</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No presenta roles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No presenta roles determinados.</li> </ul>

<i>Área de Mejora</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean</i>	<i>Kanban</i>
	responsabilidades y estructura determinada.		
<i>Formas de liderazgo.</i>	-Presenta un facilitador. -Fomenta la colaboración con las ceremonias y los diferentes roles.	-Busca la mejora continua y empoderamiento.	-Busca la autogestión y transparencia sin una figura definida.
<i>Entrega de valor.</i>	-Se entregan de manera incremental y frecuente al final de cada <i>sprint</i> .	-No propone entregas incrementales, sino entregas que maximicen el valor al cliente.	-Propone entregas continuas mediante la optimización de flujos.
<i>Métricas o indicadores.</i>	-Se utiliza un gráfico <i>burndown</i> para observar la cantidad de trabajo restante del <i>sprint</i> y el realizado.	-Se mide el tiempo desde que se inicia la tarea hasta la entrega, denominado <i>Lead Time</i> .	-Se determina el <i>throughput</i> como la cantidad de trabajo completado en un periodo de tiempo determinado.
<i>Importancia del cliente.</i>	-El cliente entrega retroalimentación continua.	-El cliente determina la satisfacción y calidad por entrega.	-El cliente genera ajustes por cambios en la demanda y sus expectativas.
<i>Lecciones aprendidas.</i>	-Es parte integral de las ceremonias.	-Toma la filosofía de <i>Kaizen</i> .	-No determina la gestión de lecciones aprendidas.

*Nota.* Elaboración propia.

El análisis previo nos permite comprender cómo cada marco de trabajo aborda las áreas de mejora identificadas, ofreciendo una visión integral de las buenas prácticas que podrían integrarse en la propuesta de solución. Tras evaluar los marcos de referencia ágiles y sus prácticas, resulta esencial determinar cuál de ellos se adapta mejor a las necesidades específicas de la gestión de proyectos en AVTech.

El siguiente análisis tiene como objetivo determinar el marco de trabajo que responde de manera más efectiva a los requerimientos específicos de AVTech. Para ello, se considera no solo el conocimiento intrínseco de cada marco de trabajo (*Scrum*, *Kanban*, *Lean*), sino también una visión contextualizada que se alinea con las necesidades y particularidades del departamento.

- **Estructura de la metodología:** *Kanban* se presenta como el marco más adecuado para AVTech, principalmente por su enfoque en la optimización del flujo de trabajo continuo. A diferencia de *Scrum*, que impone una estructura rígida con roles, eventos y artefactos definidos, *Kanban* permite una adaptación más fluida a los procesos existentes de la organización, minimizando la disrupción inicial. Su énfasis en la visualización del trabajo, la limitación del trabajo en curso (WIP) y la gestión visual de los cambios a través de tableros facilita una implementación gradual y menos prescriptiva, lo cual es ideal para entornos que buscan una mejora continua sin la necesidad de una reestructuración drástica de sus equipos o procedimientos actuales.
- **Gestión de los cambios:** *Kanban* se distingue como la opción más adecuada para la gestión de cambios, ya que facilita una integración fluida y visual de las modificaciones sin la rigidez de las iteraciones fijas. Aunque *Scrum* maneja los cambios de forma constante a través de reuniones diarias y retrospectivas planificadas, la fortaleza de *Kanban* reside en su capacidad para evitar sobrecargas y cuellos de botella mediante la limitación del trabajo en curso y la visibilidad del flujo. A diferencia de *Lean*, que prioriza la eliminación de desperdicios en los procesos, *Kanban* se centra en la gestión dinámica del flujo de trabajo, permitiendo una adaptación continua y orgánica a las nuevas demandas.
- **Gestión del alcance y priorización:** *Kanban* se posiciona como la opción más ventajosa para la gestión del alcance del proyecto, ya que su enfoque radica en la priorización visual y la optimización continua del flujo de trabajo. A diferencia de *Scrum*, que utiliza el *Product Backlog* para priorizar y gestionar el alcance de manera más estructurada, *Kanban* se centra en evitar desviaciones del flujo establecido mediante la visibilidad del tablero y la limitación del trabajo en curso. Si bien *Lean* también busca entregar solo lo estrictamente necesario, la fortaleza de *Kanban* reside en su capacidad de gestionar el alcance de forma dinámica y reactiva, permitiendo ajustes rápidos a las necesidades del cliente sin interrumpir el ritmo del equipo.
- **Visualización de progreso y avance:** *Kanban* es la opción más adecuada para este aspecto gracias a su enfoque primordial en los tableros visuales, que ofrecen una representación en tiempo real del estado de las tareas. Aunque *Scrum* también emplea tableros, su visualización está más orientada a la progresión dentro de los *sprints*

- específicos, lo que puede limitar la visibilidad del flujo continuo del proyecto. Por su parte, *Lean* se concentra en optimizar el flujo de trabajo general, pero carece de herramientas visuales dedicadas exclusivamente al progreso detallado del proyecto, centrándose más en el flujo operativo que en la visibilidad granular de las tareas.
- ***Roles determinados:*** Si bien *Scrum* define roles específicos lo que proporciona una claridad inequívoca en cuanto a las responsabilidades dentro del equipo, este enfoque estructurado es un diferenciador clave. En contraste, tanto los marcos *Lean* como *Kanban* no incluyen formalmente roles tan precisamente definidos, sino que a menudo se basan en asignaciones de responsabilidades más fluidas o dependientes del contexto dentro de la estructura organizacional existente.
  - ***Formas de liderazgo:*** *Scrum* promueve un liderazgo colaborativo, donde se guía al equipo y se eliminan los impedimentos para asegurar un flujo de trabajo fluido. En contraste, *Kanban* se distingue por no incluir una estructura de liderazgo formal, confiando plenamente en la autogestión y autonomía del equipo para la toma de decisiones y la resolución de problemas. *Lean*, por su parte, también impulsa el empoderamiento del equipo a través de la mejora continua y la participación, aunque no establece un rol de liderazgo formal.
  - ***Entrega de valor:*** *Kanban* se presenta como la mejor opción para las entregas incrementales debido a su enfoque en el flujo continuo y la entrega de valor tan pronto como una tarea está completada, en lugar de depender de ciclos fijos. Si bien *Scrum* realiza entregas incrementales al final de cada *sprint* para validar avances y obtener retroalimentación, *Kanban* permite una flexibilidad superior al no restringir las entregas a un calendario predefinido, facilitando que el valor sea entregado al cliente de manera más frecuente y adaptativa. *Lean*, aunque prioriza la eliminación de desperdicios para optimizar el flujo, no ofrece un esquema específico.
  - ***Métricas o indicadores:*** Los tres marcos de referencia ofrecen indicadores clave que facilitan la medición del progreso del proyecto y el avance de los equipos. Cada uno, a su manera, provee métricas para evaluar la eficiencia, la calidad y la entrega de valor.
  - ***Importancia del cliente:*** Los tres marcos de referencia consideran la participación del cliente, pero *Scrum* destaca de forma notable. Esto se debe a que su estructura incorpora

al cliente de manera activa a lo largo de todo el proceso de desarrollo, fomentando revisiones frecuentes y una retroalimentación constante.

- **Lecciones aprendidas:** *Scrum* se distingue por sus eventos al término de cada sprint, los cuales facilitan la documentación y aplicación continua de lecciones aprendidas. Por su parte, *Lean* incorpora este aprendizaje mediante la filosofía *Kaizen*, aunque de una forma menos estructurada. En cambio, *Kanban* no contempla una práctica formal específica para la gestión de lecciones aprendidas.

Con base en el análisis realizado, se puede determinar que *Kanban* es el marco de trabajo que mejor se ajusta a las necesidades de AVTech. Su enfoque en la gestión visual de flujos de trabajo permite una mayor transparencia, flexibilidad y control del proceso, lo cual resulta ideal para entornos dinámicos y en constante cambio.

Aunque *Scrum*, con su estructura de eventos y roles definidos, y *Lean*, orientado a la optimización de procesos, presentan prácticas valiosas, *Kanban* se posiciona como la opción más adecuada para AVTech. Esto se debe a su capacidad para adaptarse sin imponer marcos rígidos, fomentar la mejora continua y facilitar la entrega constante de valor sin requerir cambios drásticos en la organización actual.

La incorporación de prácticas ágiles basadas en Kanban al marco de trabajo predictivo existente permitirá a AVTech lograr avances significativos en su gestión de proyectos. Esta integración favorecerá una mayor adaptabilidad frente a los cambios, minimizará tiempos muertos y retrabajos, aumentará la satisfacción del cliente y potenciará la colaboración y alineación del equipo de forma continua.

## Capítulo 5 Propuesta de solución

Como resultado del análisis de la problemática y la revisión de distintos marcos de trabajo, se propone atender las oportunidades de mejora de la gestión de proyectos de la organización mediante un ajuste-actualización a la metodología actual, orientado hacia un enfoque híbrido que incorpore principios y prácticas de *Kanban*. La propuesta busca flexibilizar la gestión de proyectos, permitiendo una mayor visualización del flujo de trabajo, una gestión más eficaz de los cuellos de botella y una mejora continua basada en métricas reales del desempeño del equipo.

Con el objetivo de presentar la metodología de forma integral y comprensible, esta se ha estructurado en distintas secciones que abarcan los lineamientos para su implementación práctica. Es importante señalar que la propuesta se limita deliberadamente a la fase de Ejecución del proyecto, sin profundizar en las demás etapas del ciclo de vida. Esta delimitación responde a la intención de optimizar específicamente el proceso de verificación.

### ***5.1 Aspectos generales de la propuesta***

A continuación, se describen los aspectos generales de la metodología, los cuales se aplicarán en la etapa de ejecución (verificación) de los proyectos.

#### ***5.1.1 Alcance de la propuesta de mejora de la organización***

El alcance de esta propuesta incluye la definición, desarrollo y propuesta de implementación de una propuesta de mejora basada en *Kanban* para la gestión de proyectos en AVTech, con el objetivo de mejorar la eficiencia, visibilidad y adaptabilidad de los procesos de trabajo. Este marco se enfoca en proporcionar una visualización clara del flujo de trabajo, permitiendo identificar cuellos de botella, priorizar actividades y tomar decisiones informadas de manera continua.

De la misma forma, esta metodología abarcará solamente el proceso de validación y verificación de requerimientos descrito en el DO-178C (RTCA, 2011). Es importante señalar que la propuesta se limita a la fase de Ejecución del ciclo de vida del proyecto, sin abordar en detalle las demás etapas, ya que el objetivo principal es optimizar el flujo de trabajo y la eficiencia del proceso de verificación en ese contexto particular.

#### ***5.1.2 Principios y valores***

La propuesta metodológica se fundamenta en principios derivados de las buenas prácticas en la gestión ágil de proyectos, con el objetivo de fortalecer la eficiencia operativa y la efectividad en la entrega de resultados. Estos principios se articulan de la siguiente manera:

- **Adaptabilidad:** Capacidad para ajustar planes y procesos ante cambios en los requisitos o en el entorno del proyecto, manteniendo la continuidad y el enfoque en los objetivos.
- **Enfoque centrado en el cliente:** Priorización de las necesidades y expectativas del cliente como eje central en la toma de decisiones y en la definición del valor entregado.
- **Desarrollo iterativo:** Implementación de ciclos de trabajo que permiten gestionar el cambio de forma continua, validando los entregables de manera progresiva y asegurando su alineación con lo esperado.
- **Transparencia:** Visualización clara del flujo de trabajo, donde la información relevante es accesible, comprensible y compartida abiertamente por todo el equipo.
- **Mejora continua:** Aprovechamiento del carácter evolutivo e incremental del sistema Kanban para realizar ajustes constantes, sin requerir cambios disruptivos, a partir de la retroalimentación generada en el mismo proceso.

Acorde con los valores organizacionales, la propuesta establece una serie de principios orientadores para la gestión de proyectos, los cuales buscan alinear el desempeño del equipo con los pilares éticos y estratégicos de la empresa:

- **Integridad:** Se promueve como fundamento transversal de todas las acciones, basada en el respeto, la honestidad, la transparencia y el compromiso con los resultados.
- **Innovación:** Considerada como un motor de crecimiento continuo, orientada a impulsar la mejora sistemática de los procesos.
- **Responsabilidad:** Enfatiza el compromiso individual y colectivo con el cumplimiento riguroso de las tareas asignadas, tanto en tiempo como en calidad.
- **Colaboración:** Valor esencial que fomenta el apoyo mutuo y la sinergia entre los miembros del equipo, fortaleciendo la cohesión y efectividad del trabajo.
- **Calidad:** Establecida como eje central en la entrega de productos y servicios, asegurando la conformidad con los estándares definidos (como AS9100) y generando confianza y satisfacción en los clientes.

### 5.1.3 Roles

La propuesta metodológica define una estructura funcional que se integra de forma natural con la operación actual del equipo, con el objetivo de reducir el nivel de resistencia al cambio. Por lo tanto, la Tabla 5.1 presenta los roles planteados para la propuesta de mejora de gestión. Esta

configuración permite adoptar el enfoque sin necesidad de modificar la estructura organizacional existente, facilitando una integración progresiva y alineada con la dinámica actual de trabajo.

**Tabla 5.1 Roles definidos.**

Descripción	AVTech
Tiene la responsabilidad de asignar la gestión de los proyectos a los equipos adecuados, definir y establecer las estrategias de gestión a nivel organizacional, supervisar el avance de la cartera de proyectos y brindar apoyo y orientación a los equipos de trabajo. No posee dedicación exclusiva a un solo proyecto.	<i>PMO Manager.</i>
Son responsables de fomentar y optimizar el flujo de trabajo, servir como guía y facilitadores del equipo, asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios, gestionar adecuadamente las expectativas de los interesados y partes involucradas, y promover una cultura de mejora continua en el desarrollo de los proyectos.	Gerentes de proyectos.
Es responsable de aprobar que el trabajo se realice conforme a los objetivos del proyecto y expectativas. Su función principal consiste en definir y comunicar los requerimientos, establecer la visión del producto y determinar las prioridades necesarias para alcanzarla.	Cliente.
Equipo multidisciplinario responsable de desarrollar y/o verificar, conforme a los lineamientos del estándar DO-178C, los requerimientos del proyecto. Se caracteriza por su capacidad de autogestión, especialmente en la distribución del trabajo y la asignación de tareas, optimizando así el uso de recursos y tiempos dentro del equipo.	Equipo de Ingeniería.
Es el responsable de proporcionar los recursos financieros y el apoyo estratégico necesario para el proyecto. Su función incluye garantizar el respaldo organizacional, resolver obstáculos de alto nivel y facilitar la toma de decisiones clave que aseguren el éxito del proyecto.	Patrocinador o Cliente.
Es el responsable de dirigir los aspectos técnicos del proyecto, asegurando que las soluciones propuestas cumplan con los requisitos establecidos. Supervisa la arquitectura, diseño y desarrollo técnico, brinda soporte al equipo en la toma de decisiones técnicas, dirección, manejo de prioridades y actúa como puente entre los objetivos del proyecto y su implementación. Además, colabora estrechamente con otras áreas para asegurar la coherencia técnica y resolver impedimentos que puedan afectar el avance del proyecto.	Líder Técnico o Líder de Equipo.
Es el responsable de llevar el control técnico del proyecto desde una perspectiva global, supervisando el uso eficiente de los recursos, el cumplimiento de métricas clave y el desempeño general del equipo. Su labor	Gerente de Ingeniería de Software.

incluye analizar indicadores técnicos, identificar desviaciones, apoyar en la toma de decisiones informadas y garantizar que el proyecto mantenga una trayectoria alineada con los objetivos de calidad, costo y plazo establecidos.	
--	--

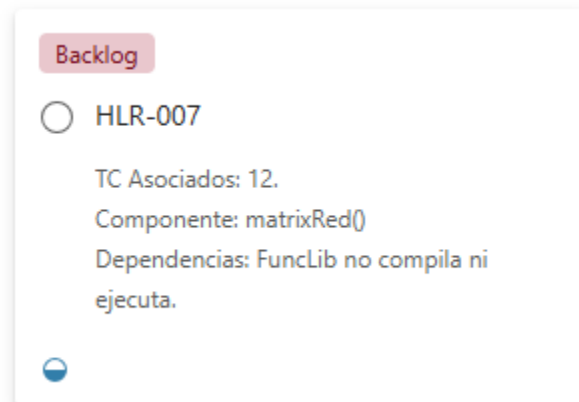
*Nota.* Elaboración propia.

#### 5.1.4 Artefactos

A continuación, se presenta una descripción detallada de los artefactos que conforman la metodología.

- **Backlog de trabajo:** Son elementos de trabajo que aún no han sido categorizados, procesados ni asignados, y que permanecen en espera hasta ser priorizados e incorporados al flujo según la capacidad del equipo y los objetivos del proyecto.
- **Reglas de cumplimiento:** Son criterios definidos y visibles en el tablero que establecen cuándo un elemento de trabajo ha cumplido con todos los requisitos necesarios para considerarse finalizado en una etapa específica del flujo, permitiendo así su avance a la siguiente columna.
- **Tablero Kanban:** Herramienta fundamental de visualización que permite mejorar el flujo de trabajo al hacer visibles los cuellos de botella, las cargas de trabajo y el estado general de las tareas. Está compuesto por columnas, límites de trabajo en curso (WIP), carriles horizontales y otros elementos que facilitan la organización del trabajo. Funciona como un radiador de información accesible para todo el equipo y puede ser adaptado a plataformas tecnológicas para su implementación digital. Un ejemplo de su elaboración se puede observar en la Figura 5.1.
- **Tarjetas:** Representan unidades individuales de trabajo que se desplazan a lo largo del tablero. Cada tarjeta contiene información relevante como el ID del requerimiento, la cantidad de casos de prueba asociados, el componente al que pertenece, así como indicadores visuales que permiten identificar la etapa del flujo en la que se encuentra. Además, incluye cualquier dependencia identificada y posibles bloqueos que afecten su avance.

**Figura 5.1** Ejemplo de tarjeta de Kanban.



*Nota: Elaboración propia en Microsoft Planner.*

## **5.2 Diseño del tablero**

Tener claridad sobre el flujo de trabajo es fundamental para el desarrollo de un tablero eficaz, ya que este actúa como una representación visual del proceso real que siguen los artefactos a lo largo de su ciclo de vida. Definir con precisión las etapas, los estados posibles y las transiciones entre ellos permite estructurar el tablero de manera lógica y coherente. Además, el flujo de trabajo debe estar estrechamente relacionado con el diseño del tablero, ya que este último no solo debe reflejar el estado actual de los elementos, sino también anticipar sus posibles movimientos, ciclos de revisión y condiciones especiales, como bloqueos o descartes.

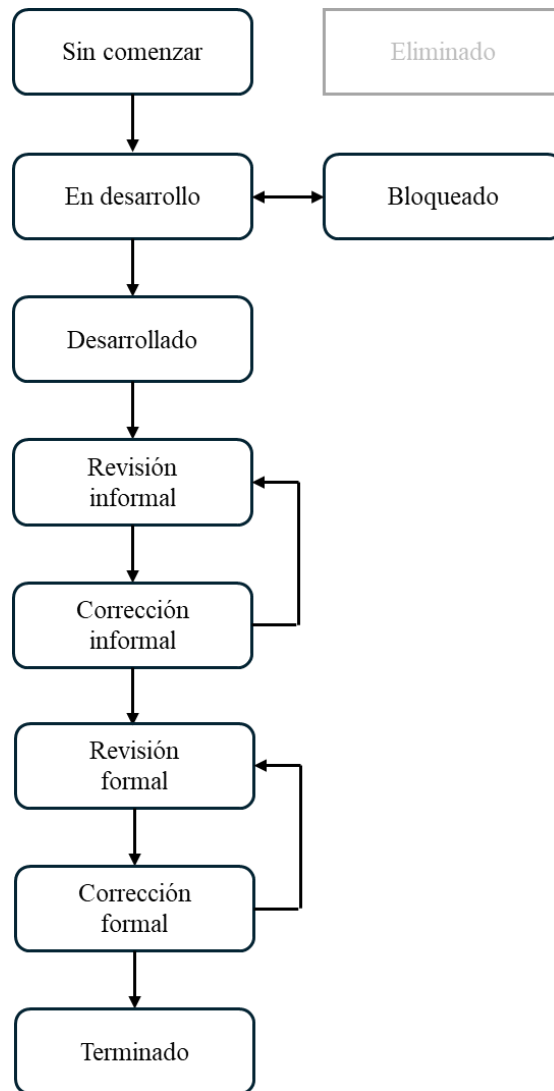
### **5.2.1 Flujo de trabajo**

El flujo de trabajo propuesto representa el ciclo de vida de un caso de prueba desde que se planifica hasta su finalización o descarte. Considera tanto las actividades de desarrollo como las fases de revisión (informal y formal), integrando las posibles correcciones necesarias para cumplir con los criterios de calidad exigidos.

El flujo debe permitir que un caso regrese de “revisión” a “corrección”, sin que esto represente un retroceso negativo, sino como parte del ciclo natural de control de calidad. Este comportamiento debe estar claramente explicado al equipo y considerado en las métricas, para evitar interpretaciones erróneas del avance semanal. Además, los estados como “No se puede ejecutar” o “No se puede iniciar” deben estar visibles pero diferenciados en su sección aparte, ya que no forman parte del flujo productivo directo, sino como alertas de impedimentos.

En la Figura 5.2 se puede observar en detalle el flujo propuesto de trabajo y sus relaciones.

**Figura 5.2** Flujo de trabajo.



*Nota: Elaboración propia.*

Un artefacto, como lo es un caso de prueba en este contexto, puede ser eliminado en cualquier punto del flujo debido a diversas razones. Entre ellas se incluyen situaciones en las que otro caso de prueba ya cubre el objetivo, se identifica una duplicidad en la verificación, o el requerimiento asociado es eliminado por decisión del cliente. Por esta razón, el estado de "eliminado" se considera flotante dentro del flujo, ya que es posible alcanzarlo desde cualquiera de los demás estados del proceso.

El movimiento de la tarjeta en las columnas del tablero proporciona una trazabilidad en tiempo real de su estado, evitando que los entregables se estancuen o se pierdan sin un responsable claro, lo cual es vital para el cumplimiento normativo.

Además, el procedimiento asegura la trazabilidad al mantener el control predictivo requerido por las normas DO-178C y AS9100. La tarjeta *Kanban* debe estar formalmente vinculada a la matriz de trazabilidad de requisitos y otros documentos esenciales del proyecto. Esta vinculación garantiza que, aunque el flujo de trabajo es más flexible, la trazabilidad bidireccional desde el requisito hasta el resultado final de la verificación se mantenga de manera rigurosa y auditable. La transparencia del tablero y las reuniones diarias de equipo permiten detectar y resolver inmediatamente cualquier interrupción en el flujo de los artefactos.

### **5.2.2 *Objetivos de tablero***

Cada estado tiene un propósito específico dentro del flujo de trabajo, por lo que cualquier simplificación debe respetar la lógica y la secuencia de actividades críticas. Al mismo tiempo, es recomendable agrupar estados con funciones similares o que pertenecen a una misma etapa del flujo, con el objetivo de evitar una sobrecarga visual que dificulte la lectura del tablero y la toma rápida de decisiones.

Con el fin de mejorar la visibilidad del estado de avance de los casos de prueba dentro del proceso de verificación de software, se definió un flujo de trabajo estructurado que puede ser representado mediante un tablero Kanban. Este flujo organiza los estados actuales utilizados por la organización en una secuencia lógica de columnas que reflejan la progresión real del trabajo, desde su planificación hasta su cierre o descarte.

Cada columna del tablero representa una fase clave en el ciclo de vida del caso de prueba, agrupando uno o más estados operativos bajo una misma categoría visual. Esta agrupación permite una gestión más clara y evita sobrecargar el tablero con excesiva granularidad, sin perder trazabilidad.

### **5.2.3 *Propuesta de tablero***

A partir del análisis del proceso actual y con el fin de mantener la trazabilidad requerida por el estándar DO-178C sin comprometer la claridad operativa, se propone la implementación de un tablero *Kanban* adaptado al flujo de verificación de AVTech. La Tabla 5.2 muestra las asociaciones realizadas de los diferentes estados en el tablero con respecto a los actuales del proceso vigente.

**Tabla 5.2** Asociación de elementos en el tablero con estados actuales.

<b>Columna Kanban</b>	<b>Estado original incluido</b>	<b>Descripción breve</b>
<i>Backlog/Sin comenzar</i>	-Sin comenzar. -No se puede iniciar.	Trabajo pendiente, esperando por requisitos, planificación o desbloqueo.
<i>En desarrollo</i>	-Siendo desarrollado.	Ítems en implementación por los desarrolladores.
<i>Desarrollado</i>	-Desarrollado.	Listo para revisión informal.
<i>Revisión informal</i>	-Siendo revisado informalmente. -Revisado informalmente.	En evaluación por revisión técnica interna no estructurada.
<i>Corrección informal</i>	-Corregido por revisión informal.	Requiere cambios tras revisión informal.
<i>Revisión formal</i>	-Siendo revisado formalmente. -Revisado formalmente.	En evaluación formal con <i>checklist</i> , criterios definidos.
<i>Corrección formal</i>	-Corregido por revisión formal.	Requiere correcciones tras revisión formal.
<i>Terminado</i>	-Terminado.	Cumplió con todos los criterios y está aprobado.
<i>Backlog/Bloqueado</i>	-No se puede ejecutar.	Ítem no puede continuar por una dependencia o bloqueo.
<i>Eliminado</i>	-Eliminado	Ítems que han sido descartados oficialmente del alcance.

La columna de “Eliminado” se considera un componente opcional dentro del tablero *Kanban*, ya que los elementos que han sido retirados del alcance no aportan valor directo al flujo del proyecto, ni generan progreso ni bloqueos. Sin embargo, su inclusión puede ser útil como referencia temporal o histórica. Es importante destacar que, si se observa una entrada frecuente de elementos en esta columna, podría ser un indicio de problemas estructurales más profundos, como una mala definición inicial del alcance o cambios constantes en los requerimientos, lo cual podría afectar negativamente el proyecto en el corto o mediano plazo. Por esta razón, aunque no se utilice como parte activa del flujo, su monitoreo puede ofrecer información valiosa para el análisis y la mejora continua.

Las actividades de revisión, tanto informales como formales, pueden gestionarse dentro de una misma columna del tablero *Kanban*, por ejemplo, bajo el nombre “Revisión”. Para diferenciar

el tipo de revisión sin complicar la estructura del tablero, se recomienda el uso de etiquetas visuales, como colores o tags, que permitan identificar fácilmente en qué etapa se encuentra cada ítem. Esto evita la necesidad de crear múltiples columnas para cada tipo de revisión, manteniendo el tablero claro y funcional.

Adicionalmente, es posible utilizar avatares, símbolos o marcadores para señalar qué ingeniero o ingeniera tiene la acción pendiente. Esta práctica mejora la comunicación dentro del equipo y permite un seguimiento más efectivo, ya que facilita la identificación inmediata de responsables sin necesidad de revisar información adicional fuera del tablero. Asimismo, se puede utilizar para dar trazabilidad a la independencia requerida por el DO-178C según el nivel DAL.

Por otro lado, cuando un ítem es marcado como “Corregido por revisión”, no es necesario crear una columna específica para ese estado. En el enfoque *Kanban*, es perfectamente válido y natural que los elementos regresen a una columna anterior si requieren nuevos ajustes o validaciones. Esta capacidad de moverse hacia atrás en el flujo refleja con fidelidad el ciclo real del trabajo y evita duplicaciones innecesarias en el diseño del tablero.

En el Apéndice I se puede observar en detalle el tablero propuesto.

#### **5.2.4 Reglas del tablero**

Las reglas del tablero, conforme a los principios de las metodologías ágiles, deben ser flexibles y adaptables a las características específicas de cada proyecto o contexto. Estas reglas no son estáticas, sino que pueden evolucionar durante el desarrollo del trabajo con el fin de optimizar el flujo y mejorar el rendimiento del equipo. Sin embargo, cualquier ajuste propuesto debe ser cuidadosamente evaluado, y no debe aplicarse ningún cambio que afecte negativamente el avance o la velocidad del equipo.

En el caso de esta propuesta, se establecen un conjunto de reglas iniciales que servirán como punto de partida. Estas reglas están diseñadas para facilitar la adopción del tablero Kanban y al mismo tiempo respetar la estructura de trabajo ya establecida en el proceso de verificación conforme al DO-178C.

A continuación, se detallan las reglas sugeridas que pueden implementarse desde el inicio del proyecto, con la posibilidad de ajustarse progresivamente según los aprendizajes y necesidades del equipo.

1. Los elementos bloqueados tienen prioridad sobre los que no se han comenzado a desarrollar. Siempre se debe evaluar si puedo sacar algún elemento del *backlog* que esté bloqueado antes de comenzar un nuevo desarrollo.
2. Los elementos se pueden llevar a “Desarrollado” solamente cuando estén totalmente listos para la primera revisión informal. En caso de tener algún bloqueo, se llevarán nuevamente al *backlog*.
3. Cada revisión debe realizarse bajo las reglas de independencias descritas según el DAL que corresponda. Asimismo, un desarrollador no podrá en ningún momento revisar su propio trabajo.
4. Al finalizar una revisión y detectar que el elemento necesita de correcciones, deberá retroceder en el tablero hasta el estado de “En desarrollo” para luego ser transferido a su estado de corrección correspondiente. En caso de no necesitar correcciones, puede moverse al siguiente estado.
5. En ninguna circunstancia un elemento podrá saltarse la etapa de revisión formal, ya que necesita generar las evidencias requeridas.
6. Los elementos podrán saltar las etapas de correcciones, pero la revisión siempre debe darse.
7. Un elemento solo puede llegar a “Terminado” cuando haya pasado al menos por las etapas de revisión informal y formal, en ese orden, y se hayan generado las evidencias y registros requeridos.
8. No se permiten más de  $N+1$  elementos en cada columna, siendo  $N$  el número de integrantes del equipo. La columna de “Sin desarrollar” podrá contener hasta  $5 * N$  elementos.
9. Si en la columna de elementos bloqueados existen  $N+1$  elementos, se deberá llamar a una reunión de decisión de manera inmediata.
10. Si alguna columna, exceptuando la de elementos bloqueados y sin desarrollar, presenta más de  $N+1$  elementos, se deberá llamar a una reunión interna para decidir los siguientes pasos al tratarse de una identificación de cuello de botella.
11. Ningún elemento puede pasar a la columna de “Terminado” sin tener el visto bueno de la o el líder técnico o gerente de proyectos.

12. El o la representante de calidad podrá mover cualquier elemento hacia atrás si encuentra alguna inconsistencia o error que deba corregirse, incluso estando en “Terminado”. Estas reglas se relacionan con los roles propuestos según la Tabla 5.3.

**Tabla 5.3** *Relación de roles y reglas.*

<b>Regla</b>	<b>Gerente de proyecto</b>	<b>Líder</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cliente</b>	<b>Calidad</b>
1	Control.	Aplicación y control.	Aplicación.	-	Control.
2	Control.	Aplicación y control.	Aplicación.	-	Aplicación y control.
3	Aplicación y control.	Aplicación y control.	Aplicación y control.	Control.	Aplicación y control.
4	Control.	Aplicación y control.	Aplicación.	-	Aplicación y control.
5	Aplicación y control.	Aplicación y control.	Aplicación y control.	-	Aplicación y control.
6	Control.	Aplicación y control.	Aplicación.	-	Aplicación y control.
7	Aplicación y control.	Aplicación y control.	-	Control.	Aplicación y control.
8	Aplicación y control.	Aplicación y control.	Aplicación.	-	Control.
9	Aplicación y control.	Aplicación y control.	-	Control.	Control.
10	Aplicación y control.	Aplicación y control.	-	-	Control.
11	Aplicación y control.	Aplicación y control.	-	-	Control.
12	Control.	Control.	-	-	Aplicación y Control.

### **5.2.5** *Eventos para gestionar el flujo de trabajo y el tablero*

En un enfoque ágil, los eventos o ceremonias representan momentos clave que estructuran y organizan el trabajo durante cada iteración. Estas instancias fomentan la colaboración del equipo, promueven la transparencia en el avance de las tareas y respaldan la mejora continua del proceso.

A continuación, se describen los eventos definidos en la metodología propuesta.

- **Reunión de Diseño y Planificación:** Esta actividad se lleva a cabo para definir el alcance del sistema *Kanban*, identificar los tipos de elementos de trabajo involucrados, los roles requeridos, los eventos a implementar y establecer la dirección que debe tomar el cambio organizacional. Además, permite determinar los instrumentos de *Kanban* que se utilizarán. Representa un paso clave en la fase de diagnóstico e implementación inicial de la metodología, por lo que debe realizarse antes de iniciar un proyecto o etapa bajo este enfoque, o bien cuando se identifique la necesidad de rediseñar la estrategia existente.
- **Standup:** Durante esta reunión, el equipo recorre el tablero preguntándose: “¿Qué podemos hacer como equipo para avanzar este trabajo a la siguiente etapa?”. El objetivo principal es asegurar un flujo continuo y eficiente, identificando posibles bloqueos o impedimentos. Se recomienda que esta reunión tenga una duración fija, idealmente no mayor a 15 minutos, y que cualquier miembro del equipo esté en capacidad de facilitarla.
- **Priorización de cola o backlog:** Esta reunión informal tiene como propósito definir el orden de prioridad de los elementos que ingresarán a la primera columna del sistema *Kanban*. Se recomienda realizarla al menos una vez por semana, aunque su frecuencia puede ajustarse según las necesidades del equipo o del proyecto. Deben participar quienes asignan trabajo al equipo, quienes reciben los entregables completados y aquellas personas que pueden aportar a la toma de decisiones sobre qué elementos deben abordarse a continuación.
- **Retrospectiva:** Esta reunión se realiza de forma periódica y tiene como objetivo revisar el trabajo realizado y los resultados obtenidos, con el fin de identificar oportunidades de mejora tanto en el proceso como en los entregables, como los casos de prueba y la documentación. Durante la sesión, el equipo analiza sus interacciones, prácticas y dinámicas de trabajo, planteándose preguntas como: “¿Qué cambios podemos hacer en la forma en que trabajamos?” y “¿Cuál es nuestro principal obstáculo?”. Adicionalmente, se revisan las métricas del equipo con el propósito de identificar tendencias, posibles desviaciones y áreas de oportunidad, explorando opciones concretas para mejorar u optimizar dichos indicadores. Al finalizar, el equipo debe

acordar una acción concreta de mejora que será implementada en el siguiente ciclo de trabajo.

- **Reunión de Decisión:** Esta reunión se convoca cuando se identifica un cuello de botella que pueda comprometer el cumplimiento de los objetivos del proyecto o afectar las métricas de calidad. Su propósito es analizar la situación y definir acciones concretas para minimizar, eliminar o controlar el impacto del bloqueo, evitando que afecte la ruta crítica del proyecto.

La responsabilidad, frecuencia y más detalles se definen en la sección 5.3 junto a los detalles de su implementación.

### 5.2.6 Métricas

Existen métricas establecidas que deben ser monitoreadas y registradas de manera obligatoria, conforme a los procesos aprobados bajo la norma AS9100D. Estas métricas forman parte de los requisitos formales del sistema de gestión de calidad, por lo que su seguimiento no puede ser omitido ni reemplazado. En este contexto, la presente propuesta no busca modificar ese conjunto de indicadores ya definidos, sino más bien complementarlo con nuevas métricas que aporten valor operativo al flujo de trabajo, particularmente en la etapa de verificación. Estas métricas adicionales están orientadas a mejorar la visibilidad del proceso, detectar ineficiencias y apoyar la toma de decisiones de forma ágil y basada en datos.

Para evaluar la eficiencia del flujo en la implementación de *Kanban*, se recomienda utilizar métricas como el *Lead Time*, que representa el tiempo total que transcurre desde que una tarea es registrada en el tablero hasta su finalización. Esta métrica resulta útil para identificar retrasos a lo largo del ciclo completo. De forma complementaria, el *Cycle Time* mide el tiempo que tarda una tarea desde que comienza a trabajarse activamente hasta que se completa, proporcionando una visión más precisa de la eficiencia del equipo durante la ejecución. También se debe observar la cantidad de tareas que se encuentran en estado bloqueado o no ejecutable, ya que esto revela obstáculos en el flujo que requieren atención inmediata.

Una métrica que se recomienda, pero que ya se encuentra implementada en los procesos actuales de AVTech, es el tiempo total en horas requerido para completar el ciclo de desarrollo de un caso de prueba, asociado a cada requerimiento. Esta métrica permite analizar la eficiencia en términos de esfuerzo invertido por unidad funcional y es clave para la planificación y estimación de futuras actividades.

De igual forma, se cuenta con la medición del tiempo en revisión, tanto informal como formal, el cual brinda visibilidad sobre posibles demoras en estas etapas del flujo. Esta información resulta esencial para identificar cuellos de botella y puntos críticos del proceso que podrían requerir ajustes o acciones correctivas para mejorar el rendimiento general del equipo.

Las métricas deberán ser monitoreadas de forma continua por el gerente de proyecto, quien tendrá la facultad de convocar reuniones específicas con el líder de equipo o con miembros del equipo cuando se identifiquen tendencias no deseadas o desviaciones significativas, con el fin de definir e implementar acciones correctivas. Paralelamente, el líder del equipo revisará estos indicadores de desempeño durante las reuniones de retrospectiva, facilitando su análisis junto con todo el equipo. Este enfoque colaborativo permitirá identificar oportunidades de mejora y optimización desde una perspectiva colectiva, evitando que las acciones se limiten a casos individuales.

### **5.2.7 Herramientas**

Para la implementación del tablero *Kanban* propuesto, se recomienda utilizar *Microsoft Planner* como herramienta de gestión visual. Esta plataforma, integrada en el ecosistema *Microsoft 365* que forma parte actualmente de las herramientas disponibles para la gestión en AVTech, permite representar de forma gráfica el flujo de trabajo mediante columnas personalizables, conocidas como *buckets*. En este contexto, cada columna corresponde a una etapa del proceso de verificación definido por la organización, permitiendo reflejar con claridad los estados por los que transita cada unidad de trabajo, como casos de prueba o tareas técnicas.

La estructura del tablero se configura a partir de los estados operativos identificados. Cada unidad de trabajo se representa mediante una tarjeta, la cual puede contener información relevante como el ID del requerimiento, la cantidad de casos de prueba asociados, el componente al que pertenece, bloqueos y dependencias, así como indicadores visuales que permiten identificar la etapa del flujo en la que se encuentra. Estas tarjetas se trasladan manualmente entre columnas conforme el trabajo avanza, permitiendo una visualización en tiempo real del estado del proyecto y fomentando la colaboración entre los miembros del equipo.

*Microsoft Planner* facilita, además, la gestión de métricas de flujo como el volumen de tareas activas por etapa, el progreso individual y colectivo, y el estado general de cumplimiento. Estas funcionalidades contribuyen a identificar cuellos de botella, tareas bloqueadas o ítems que requieren atención inmediata, optimizando así el control del proceso sin depender de herramientas

externas como hojas de cálculo. El uso de esta herramienta permite también su integración con *Microsoft Teams*, lo que potencia su accesibilidad y promueve la centralización de la información del proyecto en un entorno colaborativo.

### **5.3 Grupos de procesos**

En AVTech, la gestión de proyectos se organiza en torno a cuatro fases claramente definidas: Propuesta y Definición del Proyecto, Planeamiento, Ejecución y Cierre. Cada una de estas fases contempla objetivos específicos, actividades clave, herramientas de apoyo y la documentación generada, junto con sus respectivas entradas y salidas. Todo este proceso ha sido alineado con los lineamientos del *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®), asegurando una estructura metodológica sólida y reconocida a nivel internacional (AVTech, 2024a).

El proceso de verificación, que será el foco principal de la solución propuesta, se enmarca dentro de la fase de Ejecución del proyecto. Aunque el método podría aplicarse a otras actividades contempladas en el ciclo de vida del software según el estándar DO-178C, en esta propuesta se delimita su alcance exclusivamente al proceso de verificación, con el fin de abordar de manera puntual los desafíos identificados y proponer mejoras concretas en esta etapa crítica y que a posteriori se podría escalar a las otras fases.

Según AVTech (2024a), el objetivo principal de la fase de Ejecución es gestionar y controlar los recursos del proyecto para producir los entregables dentro de los límites acordados de calidad, presupuesto y cronograma. Durante esta etapa, se ejecutan las actividades planificadas, se monitorean los avances y se gestionan las desviaciones que puedan surgir.

Al inicio de la fase de Ejecución, el gerente de proyecto debe asegurarse de que todas las condiciones necesarias para llevar a cabo el proyecto estén debidamente cumplidas. Entre estas condiciones se incluyen, por ejemplo, la disponibilidad de insumos documentales válidos como especificaciones, requerimientos o código fuente.

También es fundamental contar con el entorno de desarrollo y prueba completamente disponible. Esto abarca hardware objetivo, compiladores, entornos de desarrollo integrados (IDE), sondas, herramientas de *software*, licencias y procedimientos de configuración funcionales. Además, el espacio de trabajo para el desarrollo debe estar definido, incluyendo la carpeta de trabajo, acceso a sistemas de control de versiones, permisos de red, y espacio físico en laboratorio, si corresponde.

El proyecto no debe iniciar formalmente hasta que todas estas condiciones e insumos estén disponibles. No obstante, si por motivos justificados se requiere comenzar sin contar con todos los elementos necesarios, se debe considerar y gestionar el impacto de esta situación como un riesgo formal del proyecto.

Durante la ejecución pueden surgir cambios en el alcance. Estos pueden deberse a modificaciones en los requerimientos del cliente, errores identificados en el *software*, cambios en el cronograma o ajustes en los requerimientos originales. Es indispensable que cualquier cambio en el alcance sea identificado, evaluado y comunicado oportunamente antes de su implementación, con el fin de mitigar riesgos y evitar desviaciones no controladas en los objetivos del proyecto. La Tabla 5.4 muestra con más detalle los elementos de esta fase, presentando el área, las actividades relacionadas, los insumos de cada uno, quién tiene la responsabilidad y los resultados esperados. Cabe destacar que estas áreas son definidas por AVTech en su proceso actual, por lo cual se decide utilizarlas tal y como están para evitar interrupciones mayores.

**Tabla 5.4** *Actividades de la fase de Ejecución del Proyecto.*

<i>Área</i>	<b>Actividad</b>	<b>Insumos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Resultados esperados</b>
<i>Adquisiciones</i>	-Adquisición de herramientas necesarias	-Artefactos de planificación del proyecto	PM	-Lista de herramientas adquiridas.
<i>Comunicación</i>	-Familiarización del equipo con los planes y estándares	-Artefactos de planificación del proyecto -P&S -Contrato -Propuesta	TL	-Lista de asistencia a entrenamientos
	-Reunión de seguimiento con interesados	-Plantilla de agenda -Artefactos de planificación -Mecanismo de seguimiento	PM	-Agenda de reunión -Minutas de reunión

		-Cronograma -Registro de riesgos -Indicadores del panel		
	-Reunión de equipo (según se requiera)	-Artefactos de planificación -Mecanismo de seguimiento -Cronograma -Registro de riesgos -Panel de control	TL	-Registro de acciones.
<i>Integración</i>	-Seguimiento de desempeño y calidad	-Mecanismo de seguimiento -Cronograma -Registros de auditoria -Revisiones informales	PM	-Métricas
	-Gestión de problemas técnicos	-Insumos del equipo	TL	-Problemas técnicos documentados
	-Recolección de lecciones aprendidas	-Insumos del equipo	TL	-Lecciones aprendidas
<i>Cronograma</i>	-Seguimiento de hitos	-Cronograma del proyecto -Backlog	PM	-Cronograma actualizado
<i>Recursos</i>	-Identificación de necesidades de tiempo extra	-Cronograma del proyecto	TL	-Aprobación y comunicación de horas extras.

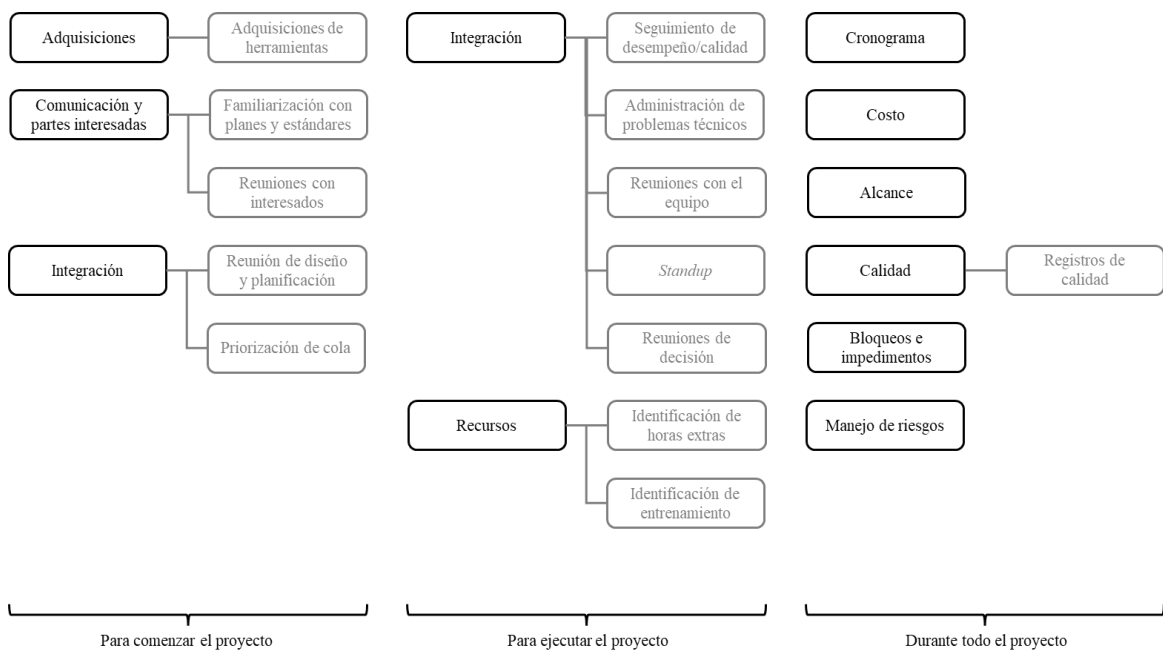
	-Identificación de necesidades de entrenamiento	-Base de datos de entrenamiento	TL	-Lista de entrenamientos necesarios.
<i>Costo</i>	-Seguimiento de métricas de Valor Ganado	-Presupuesto -Cronograma	PM	-Cronograma actualizado -Panel de control
<i>Alcance</i>	-Monitoreo y gestión de cambios en el alcance	-Contrato -Artefactos de planificación del proyecto	-TL -PM	-Agenda de reunión -Minutas de reunión -Mecanismo de seguimiento
<i>Calidad</i>	-Muestreo para auditoría internas para control de calidad de entregables.	-Muestra seleccionada de artefactos. -Lista de revisión para cada tipo de artefacto.	QA	-Resultados de auditoría. -Listas de revisión debidamente completadas.
<i>Bloqueos e impedimentos</i>	-Registro y monitoreo de acciones tomadas para bloqueos identificados.	-Registro de bloqueos -Registro de acciones	PM	-Lista de seguimiento de acciones -Registro de bloqueos actualizado.

*Nota.* Elaborada con información de AV-026 (AVTech, 2024a).

Las áreas de Calidad y Bloqueos e impedimentos se incorporan a la tabla general propuesta por AVTech con el objetivo de ampliar el alcance y la precisión del control sobre el flujo de trabajo. Con esta adición, la tabla no solo refleja las reglas y eventos principales de la metodología, sino que también incorpora mecanismos de aseguramiento de calidad y gestión proactiva de

incidencias, fortaleciendo la capacidad del equipo para cumplir con los objetivos del proyecto. En la Figura 5.3 *Relaciones de procesos*, se observa cómo estas se relacionan entre sí y en qué momento tienen mayor relevancia.

**Figura 5.3** *Relaciones de procesos*.



Cabe destacar, que las actividades no solo necesariamente pueden suceder en los momentos establecidos en la Figura 5.3 *Relaciones de procesos*., sino que según se explica más adelante, pueden ejecutarse en el momento en que sea necesarias con la frecuencia necesaria.

### 5.3.1 Adquisiciones

A continuación, se presentan las actividades relacionadas con el área de adquisiciones que tienen como propósito asegurar la disponibilidad oportuna de los recursos, herramientas y servicios necesarios para el desarrollo de las tareas planificadas.

#### 5.3.1.1 Adquisición de herramientas necesarias

Esta actividad consiste en programar y coordinar la adquisición de las herramientas necesarias para ejecutar el proyecto. La selección de estas herramientas debe responder a criterios técnicos, operativos y de compatibilidad con los procesos de la organización, considerando su capacidad para integrarse con sistemas existentes, escalar conforme crezca el equipo, ofrecer

facilidad de uso, permitir personalización de columnas, reglas y métricas, y garantizar la seguridad y el control de acceso según los requisitos normativos aplicables. Estas pueden abarcar desde herramientas de *software* hasta los diferentes adaptadores necesarios para poder completar el entorno de pruebas.

El proceso de adquisición implica identificar requerimientos funcionales y no funcionales, evaluar opciones disponibles, realizar pruebas piloto con un grupo reducido de usuarios y seleccionar la alternativa que mejor se adapte a las necesidades del proyecto y la organización. Deben tenerse en cuenta los plazos de entrega.

### ***5.3.2 Comunicación y partes interesadas***

A continuación, se describen las actividades vinculadas con la comunicación y la gestión de las partes interesadas que buscan garantizar el flujo adecuado de información, mantener la alineación entre los equipos y los interesados, y facilitar la toma de decisiones oportunas.

#### ***5.3.2.1 Familiarización del equipo con los planes y estándares.***

Como parte del proceso de entrenamiento, el equipo debe familiarizarse con el documento del plan del proyecto (si lo hubiera) y con los planes y estándares aplicables, si los hubiera.

El líder de equipo y el gerente de proyecto también deben familiarizarse con el ESA, NDA, Contrato, y la propuesta de proyecto. El líder de equipo es responsable de comunicar al equipo las cláusulas aplicables de los acuerdos y otros documentos.

Asimismo, deberá verificar que el equipo cuente con el entrenamiento y conocimiento necesario para aplicar la herramienta propuesta para manejar el proyecto por el gerente de proyectos.

Como resultado de esta actividad, el líder de equipo debe verificar que el formador ha recogido una lista de formación en la que el equipo reconoce y confirma que se ha familiarizado con los documentos aplicables. Si se incorporan miembros al equipo durante la ejecución del proyecto, será necesario recoger otra lista de formación y conservarla en el repositorio del proyecto.

#### ***5.3.2.2 Reuniones con los interesados***

Las reuniones son la actividad principal de la Gestión de la Comunicación. El objetivo principal de estas reuniones es comunicar el estado del proyecto a las partes interesadas, incluido el cliente.

La primera reunión se conoce como reunión de lanzamiento. Existe una plantilla de orden del día de la reunión de lanzamiento a modo de guía (referencia eliminada por confidencialidad).

El ingeniero de calidad de *software* asignado al proyecto debe ser invitado a las reuniones de las partes interesadas.

El orden del día de las reuniones recurrentes suele incluir los siguientes puntos; no obstante, puede modificarse según sea necesario para ajustarse a los intereses de las partes interesadas:

- Estado del proyecto.
- Hitos.
- Cambios o ajustes en el alcance.
- Acciones.
- Problemas o bloqueos.
- Riesgos y oportunidades.
- Insumos/entradas necesarias.
- Plan de utilización de recursos.

Existe una plantilla de orden del día de reuniones a modo de guía (referencia eliminada por confidencialidad). Debe elaborarse un documento con las actas de cada reunión donde debe cubrirse al menos los asistentes, el desempeño de costo y cronograma, problemas técnicos y acciones pendientes.

Las reuniones con los interesados deben incluir los siguientes eventos:

### **5.3.3 Integración**

A continuación, se presentan las actividades correspondientes al área de integración que tienen como finalidad coordinar de manera coherente los distintos componentes del proyecto.

#### **5.3.3.1 Reunión de diseño y planificación**

Parte de las actividades iniciales del proyecto es definir la forma en que se va a gestionar el proyecto. En esta reunión se debe definir los siguientes puntos:

- Diagnóstico de la experiencia actual y madurez para aplicación de métodos ágiles.
- Diseño del tablero.
- Reglas de cumplimiento.
- Frecuencia de las reuniones de equipo y con interesados.
- Roles y eventos aplicables al proyecto.

Es responsabilidad del gerente de proyectos generar un documento con todos los acuerdos tomados para su aprobación con el cliente. Asimismo, se podrá realizar una reunión de revisión de la estrategia en el momento en que las partes decidan que es necesario. Esta reunión posee una asistencia obligatoria de los interesados de parte del cliente, gerente de proyecto, líder de equipo, gerente de ingeniería de *software* y la representación del departamento de calidad.

#### **5.3.3.2 Priorización de cola o backlog**

Esta reunión tiene el objetivo de definir la prioridad de los elementos o tareas que ingresan al tablero. La frecuencia debe estar definida y no tiene un mínimo o máximo. Se recomienda al menos una vez por semana o cuando el trabajo pendiente no sea suficiente para sustentar al menos una o dos semanas de trabajo a futuro.

La participación es obligatoria para el gerente de proyecto, líder de equipo e interesados por el cliente. La asistencia de la representación del departamento de calidad es opcional, así como la de los miembros del equipo. Esta reunión se puede asociar como parte de los elementos en la agenda de las reuniones de estado con el cliente, si así se aprueba por ambas partes.

#### **5.3.3.3 Seguimiento de desempeño y calidad**

Esta actividad consiste en monitorear el desempeño del equipo y compararlo contra las métricas definidas de la compañía y los objetivos del equipo. Las métricas de todos los proyectos completados deben guardarse en la base de datos de métricas de los proyectos (*Project Metrics Database*) donde están definidas.

El propósito del manejo de métricas es detectar problemas en la ejecución del proyecto que puedan generar dificultades técnicas, problemas de actitud, falta de experiencia, entrenamiento o supervisión. Al monitorear el progreso al nivel de cada miembro comparado al desempeño promedio del equipo, los problemas se pueden atender antes de que pongan en riesgo el presupuesto y cronograma del proyecto.

Esta actividad debe ser ejecutada de manera regular para que las acciones correctivas se puedan definir cuando el desempeño es más bajo de lo esperado.

#### **5.3.3.4 Administración de los problemas técnicos**

Los problemas técnicos que puedan afectar la ejecución del proyecto deben de ser constantemente monitoreados por el líder técnico para una resolución oportuna. Los problemas técnicos deben registrarse y compartirse de manera regular con el cliente, indicando fechas límites si fuera necesario. Los cuellos de botella identificados en los *standups* deben registrarse como

problemas técnicos. Se provee un formato de registro de problemas técnicos como guía en el Apéndice J: Plantilla de registro de problemas técnicos.

#### **5.3.3.5 Reuniones con el equipo**

Las reuniones de equipo se celebran a discreción del líder de equipo. El líder de equipo debe supervisar constantemente el rendimiento individual y del equipo para garantizar una colaboración adecuada y la consecución de los objetivos del proyecto.

Los principales componentes de las reuniones de equipo son:

- Revisión de la productividad individual y colectiva del equipo.
- Asignación de tareas.
- Identificación de necesidades de trabajar horas extras.

De la misma forma, se recomiendan los siguientes temas para las reuniones:

- Situación actual del proyecto.
- Hitos próximos.
- Resumen del registro de riesgos.
- Problemas técnicos.

No se requieren artefactos para las reuniones informales del equipo. Asimismo, las reuniones de equipo se subdividen en diferentes tipos de reuniones.

Estas reuniones se subdividen en:

#### **5.3.3.6 Standup**

Los *standups* se realizan con una frecuencia decidida en la reunión de Diseño y Planificación, pero no debe ser menor a dos reuniones por semana. El objetivo es recorrer el tablero principal para conocer el estado de cada elemento para asegurar un flujo continuo y eficiente de trabajo. La duración de la reunión es fija y no debe exceder más de 15 minutos, a menos que alguna situación extraordinaria lo amerite. Se debe tener en consideración que las discusiones técnicas no son parte de esta reunión. Cualquier miembro debe estar capacitado para liderarla y se recomienda la participación del líder del equipo y todos sus miembros. La participación del gerente de proyecto es opcional.

#### **5.3.3.7 Reunión de decisión**

Esta reunión no posee una frecuencia o duración definida y es liderada por el gerente de proyecto. La participación del equipo completo es opcional, pero recomendada. La asistencia

queda a discreción del gerente de proyectos, así como la necesidad de ejecutarla en un momento determinado.

Esta reunión es convocada cuando (pero no limitado a):

- Los indicadores o métricas del equipo no cumplen con los lineamientos de calidad descritos en el Manual de Calidad de AVTech (referencia eliminada por confidencialidad).
- Solicitud de las partes interesadas.
- Bloqueos identificados que no se han resuelto en un tiempo prudente que ponen en peligro el flujo continuo del proyecto.
- Identificación de un cuello de botella que no puede ser resuelto por el equipo de manera inmediata.
- Identificación de patrones de deterioro del desempeño del equipo.
- Fallas en la utilización del tablero de manera correcta o confusiones identificadas en el uso de las herramientas relacionadas.

La decisión de involucrar a los interesados por parte del cliente recae sobre el gerente de proyecto y la magnitud del problema o situación identificado para realizar la reunión. De la misma forma, se puede realizar una discusión a nivel interno para luego presentar la solución o situación al cliente por medio de otra reunión de la misma naturaleza o de estado.

Esta reunión produce un documento con la situación, el análisis realizado, conclusiones y acciones a tomar.

#### ***5.3.3.8 Retrospectiva***

Las reuniones de retrospectiva se ejecutan con una frecuencia decidida en la reunión de Diseño y Planificación, pero no debe ser menor a una reunión por mes. El objetivo de este evento es realizar una revisión del trabajo realizado y sus resultados, para identificar oportunidades de mejorar tanto en el proceso actual como en los entregables.

Al finalizar esta reunión, debe existir un registro de acciones concretas asignadas con una fecha límite de realización. Esta fecha idealmente debe ser antes del inicio del próximo ciclo de trabajo. Para los proyectos que no poseen múltiples ciclos de trabajo o se encuentran en el último ciclo, las acciones no pueden tomar más de dos meses en ser implementadas.

La participación del equipo completo a esta reunión es obligatoria, y es liderada por el líder del equipo.

#### **5.3.3.9 Recolección de lecciones aprendidas**

El líder técnico es responsable de llevar un registro de las lecciones aprendidas más importantes de la ejecución del proyecto. Las lecciones aprendidas incluyen las prácticas que generen riesgos, actividades que deben ser ejecutadas, errores que se pueden prever o indicadores que deben seguirse de cerca para asegurar el éxito del proyecto. Estas se deben agregar durante las reuniones de retrospectiva o en el momento en que el gerente de proyectos o líder de equipo considere necesario. Las lecciones aprendidas deben estar documentadas y compartidas con todo el personal a través de la base de datos de conocimiento (*Knowledge Database*).

En el Apéndice K: Plantilla de registro de lecciones aprendidas se puede encontrar la plantilla recomendada para el registro de lecciones aprendidas.

#### **5.3.4 Cronograma**

Esta actividad periódica consiste en comparar el progreso actual del proyecto con lo que se propuso como línea de base en cronograma. El cronograma se debe realizar con base en la estimación inicial que se utilizó para realizar la cotización y propuesta formal al cliente. Esto debe contener información acerca de la duración de tareas, métricas utilizadas para calcularla, cantidad de personas asignadas, además de los ajustes realizados con multiplicadores según sea el caso. En caso de agregar nuevas tareas o que la duración sea mayor a la planeada, se deberá analizar la opción de ajustar la línea base siempre y cuando se cuente con la aprobación de los interesados.

Se debe prestar mayor atención a las metas contractuales. En caso de identificar retrasos futuros, el gerente de proyecto debe informar a los interesados en el momento en que se detectan.

Algunas metas pueden estar ligadas a la facturación al cliente, así que deben tener un seguimiento y comunicación con el *PMO Manager* en el momento en que se cumplen.

#### **5.3.5 Recursos**

A continuación, se detallan las actividades relacionadas con la gestión de recursos que se orientan a garantizar la disponibilidad, asignación y uso eficiente de los recursos.

##### **5.3.5.1 Identificación de necesidad de horas extras**

Es responsabilidad del líder de equipo identificar la necesidad de trabajar horas extras para cumplir las metas. Estas horas extras deben de ser aprobadas previamente por el gerente de ingeniería de *software*.

### **5.3.5.2 Identificación de necesidades de entrenamiento**

El líder de equipo debe monitorear y analizar si el equipo necesita algún entrenamiento genérico o específico para el proyecto. Estas necesidades deben ser comunicadas al gerente de ingeniería de *software*. Un bajo rendimiento o calidad puede ser un indicador de la necesidad de entrenamiento, pero debe analizarse si una reunión de decisión debe ser realizada para volver a una reunión de diseño y planificación.

### **5.3.6 Costo**

Los costos actuales del proyecto comparados con el presupuesto deben ser monitoreados constantemente por el gerente de proyecto. El gerente de proyecto es responsable de comunicar cualquier eventual sobrecosto a los interesados de manera inmediata.

En caso de existir retrabajo o nuevas actividades, siempre se debe estimar su impacto en el costo final y comunicarse para aprobación. Asimismo, deben llevarse de manera aparte en tema de control de costos para poder agregarlo posteriormente a las actividades de cierre y analizar los ajustes y variaciones.

### **5.3.7 Alcance**

El líder de equipo es responsable de monitorear las actividades requeridas para completar el proyecto y asegurarse de que cualquier actividad fuera del alcance sea identificada, evaluada y reportada.

El líder de equipo es responsable de manejar los cambios en el alcance. Cuando un cambio es identificado, se debe realizar un análisis de impacto (*Change Impact Analysis*) para evaluar el impacto en costo y cronograma. Aun cuando el cambio pueda implicar consideraciones al proyecto como la necesidad de nuevo equipo o herramientas, o afecte la calidad (si se necesitan más auditorías, revisiones o testigos en actividades), el análisis de estas áreas se traduce en impactos o ajustes en el cronograma y en el costo. Asimismo, genera acciones para la implementación del cambio propuesto.

Al finalizar el análisis, el cambio y su impacto asociado se debe comunicar a los interesados. Este análisis puede generar una reunión de diseño y planificación ya que el método y aplicación puede verse afectado y no ser eficiente para el nuevo alcance.

Si el cambio propuesto implica un cambio en el presupuesto, se debe obtener aprobación del cliente para ejecutarlo e implica su compromiso para ajustar la orden de comprar donde se

refleje el cambio en el alcance. Al final, se deben registrar los resultados del cambio en el alcance y sus valores reales.

En el Apéndice L: Plantilla de cambios en el alcance se puede encontrar la plantilla recomendada para el manejo de los cambios en el alcance.

### **5.3.8 Calidad**

Identifica desviaciones o no conformidades antes de la entrega final, garantizando que el producto cumpla con los requisitos acordados y mantenga un nivel de calidad consistente a lo largo del proyecto. El responsable de calidad debe supervisar que las listas de revisión se completen correctamente y que los resultados de las auditorías queden documentados de manera formal.

Este proceso implica aplicar listas de revisión específicas para cada tipo de artefacto, con el fin de verificar el cumplimiento de los criterios y estándares establecidos. El objetivo es identificar desviaciones o no conformidades antes de la entrega final, garantizando que el producto cumpla con los requisitos acordados y mantenga un nivel de calidad consistente a lo largo del proyecto.

#### **5.3.8.1 Registros de calidad**

Los registros que se deben generar en los diferentes procesos incluyen, pero no están limitados a:

- Agendas y minutas de reuniones. Estos registros deben compartirse con los interesados involucrados en las reuniones y guardarse en el repositorio del proyecto. Las agendas se envían antes de la reunión, preferiblemente el día anterior o según se acuerde con los interesados.
- Cronograma. El estado del cronograma del proyecto se debe producir y guardar regularmente, preferiblemente de manera semanal.
- Lista de formación: Registro firmado por el equipo, el jefe de proyecto y el TL en el que se documenta que se ha completado el proceso de familiarización. Este registro se guarda en el archivo del proyecto.
- Problemas técnicos: Este registro o repositorio incluye los problemas técnicos notificados, incluidos los artefactos afectados, el ingeniero responsable, el estado del problema, etc.
- Métricas: Este registro o repositorio incluye los indicadores de rendimiento reales del equipo.

- Lecciones aprendidas: Repositorio que contiene el conocimiento obtenido de la experiencia, éxitos, fracasos, etc.
- Cuadro de mando: Este registro ofrece una visión general de los indicadores de rendimiento del presupuesto y el calendario del proyecto.
- Datos de seguimiento del progreso: Este registro se utiliza para realizar un seguimiento del progreso real de las actividades del proyecto y los detalles asociados.

### **5.3.9 Bloqueos e impedimentos**

Incluye la creación y mantenimiento de un registro de riesgos que consolide la información relevante, como su descripción, impacto, probabilidad y responsable asignado, así como un registro específico de las acciones implementadas para tratarlos. El objetivo es asegurar que cada riesgo cuente con un plan de acción documentado y que las medidas adoptadas puedan evaluarse en términos de efectividad y oportunidad.

El gerente de proyecto es el responsable de supervisar que tanto el registro de riesgos como la lista de acciones se mantengan actualizados y reflejen con precisión el estado actual de la gestión. Este control riguroso contribuye a mejorar la trazabilidad, garantizar la transparencia en la gestión y reducir la probabilidad de que los riesgos evolucionen a problemas no controlados.

En el Apéndice M: Plantilla de bloqueos e impedimentos se puede encontrar la plantilla recomendada para el manejo de los bloqueos e impedimentos.

### **5.3.10 Manejo de riesgos**

En AVTech, el manejo de riesgos se rige por un procedimiento operacional estándar aparte, debido a los requisitos de cumplimiento de la norma AS9100. A pesar de que este proceso se documenta de forma separada de la gestión de proyectos, su cumplimiento sigue siendo responsabilidad de la PMO.

Aunque la presente propuesta no profundiza en el manejo de riesgos al encontrarse fuera del alcance, se recomienda que la PMO mantenga el control sobre esta actividad, ya que se vincula directamente con la gestión de proyectos. Se subraya la importancia de que los riesgos estén siempre registrados, con sus respectivos elementos (impacto, probabilidad, severidad, acciones y fechas de mitigación). Esta lista se debe identificar en las etapas iniciales del proyecto y actualizarse con frecuencia, sirviendo como insumo para las reuniones de equipo e interesados.

#### 5.4 Estrategia de Implementación

La implementación de esta propuesta puede estructurarse en cinco etapas principales, las cuales se describen a continuación. Estos elementos conforman un proceso iterativo orientado a mitigar los riesgos asociados a la adopción del nuevo enfoque, facilitar el aprendizaje organizacional y asegurar la sostenibilidad de la metodología a lo largo del tiempo.

##### 5.4.1 Cronograma de implementación

A continuación, en la Tabla 5.5, se presentan los detalles del cronograma de implementación propuesto.

**Tabla 5.5** Cronograma detallado de implementación.

<b>Mes</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración</b>
<i>Mes 1</i>	Aprobación del plan e identificación del equipo líder.	-Director de Ingeniería de <i>Software</i> . -PMO.	1 semana.
	Comunicación organizacional oficial.	-Director de Ingeniería de <i>Software</i> .	1 semana.
	Sensibilización organizacional.	-PMO. -QA.	2 semanas.
	Selección de proyecto piloto.	-PMO. -Director de Ingeniería de <i>Software</i> .	1 semana.
<i>Mes 2</i>	Capacitación técnica.	-PMO. -Experto.	3 semanas.
	Configuración del tablero y artefactos.	-Equipo del proyecto piloto.	1 semana.
<i>Mes 3</i>	Ejecución del plan piloto.	-PMO. -Equipo del proyecto piloto.	2 meses.
	Retroalimentación y ajustes.	-PMO. -Equipo del proyecto piloto. -QA.	2 semanas.
<i>Mes 4</i>	Actualización de la propuesta metodológica según resultados del piloto.	-PMO. -Director de Ingeniería de <i>Software</i> .	1 semana.
	Preparación para el lanzamiento progresivo.	-PMO.	1 semana.

	Lanzamiento progresivo por equipos (1 equipo cada 4 meses recomendado).	-PMO. -Mentores de implementación.	Variable.
--	---	---------------------------------------	-----------

Considerando la duración estimada de las actividades previstas, el tamaño del equipo piloto (entre seis y ocho personas), y que las horas reportadas corresponden a esfuerzo efectivo y no a días calendario, se estima que la implementación de la propuesta metodológica requerirá aproximadamente 182 horas de trabajo. Este cálculo incluye únicamente las tareas relacionadas con la preparación, capacitación, ejecución del piloto y ajustes derivados, excluyendo el soporte continuo posterior a la implementación. La estimación se basa en escenarios realistas y busca reflejar el compromiso operativo necesario para una adopción inicial efectiva.

#### **5.4.1 Patrocinio**

La implementación de la metodología requiere la aprobación formal y el patrocinio activo de la Dirección de Ingeniería de *Software*, la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO) y el Departamento de Calidad. Estas áreas deben garantizar la alineación del cambio con los procesos existentes y con los requisitos definidos en normativas aplicables, como la AS9100D.

El patrocinio debe reflejarse en tres acciones específicas. La primera es la designación de un líder de implementación que coordine las actividades necesarias, actúe como punto de contacto y supervise el cumplimiento del plan propuesto. Por lo tanto, se debe cumplir con:

- Nombramiento de una persona responsable de coordinar la ejecución de la estrategia.
- Definición de funciones, autoridad y responsabilidades del rol.
- Comunicación del nombramiento a los equipos involucrados.

La segunda es la comunicación oficial del cambio metodológico, dirigida a todos los niveles de la organización, en la que se informe el alcance, los responsables y las fases de la implementación. Las acciones por realizar son:

- Elaboración de un comunicado institucional.
- Difusión del mensaje a través de los canales internos de comunicación.
- Inclusión del alcance, objetivos, responsables y cronograma general de implementación.

La tercera acción es la asignación de recursos, que incluye tiempo, herramientas y personal involucrado en el proceso, además del monitoreo de las diferentes actividades e indicadores internos. Esto indica que se necesita cumplir con:

- Identificación de las necesidades operativas (tiempo, herramientas, personal).
- Autorización formal del uso de recursos por parte de la dirección.
- Coordinación con los equipos para asegurar disponibilidad y cumplimiento.
- Verificación de que las acciones anteriores se hayan ejecutado.
- Documentación del avance y registro de posibles incidencias.
- Reunión de control con el líder de implementación y los patrocinadores.

#### 5.4.2 Capacitación

La implementación de la metodología requiere que los equipos de verificación comprendan tanto los principios del enfoque *Kanban* como su aplicación práctica dentro del contexto específico de AVTech. Para ello, se establece un plan de capacitación estructurado en tres niveles descritos en la Tabla 5.6.

**Tabla 5.6** Plan de capacitación.

<i>Nivel</i>	Tema central	Actividades	Duración estimada
<i>Nivel 1</i>	-Sensibilización organizacional.	-Introducción general a los conceptos básicos de <i>Kanban</i> , su propósito y beneficios esperados. -Aclaración de los cambios operativos previstos y su impacto en el trabajo diario.	-1 o 2 sesiones de 3 horas aproximadamente.
<i>Nivel 2</i>	-Formación técnica.	-Ejecución de talleres prácticos dirigidos a líderes de equipo, ingenieros y gerentes de proyecto. -Desarrollo de conceptos como flujo de trabajo en <i>Kanban</i> , visualización del trabajo, definición de políticas, límites WIP ( <i>Work In Progress</i> ), nuevas métricas ágiles ( <i>Lead Time</i> , <i>Cycle Time</i> ) y análisis de cuellos de botella y bloqueos. -Utilización de tableros simulados y ejercicios prácticos.	-3 sesiones de 4 horas, una sesión para cada grupo.
<i>Nivel 3</i>	-Evaluación y aplicación de conocimientos.	-Acompañamiento individual durante la ejecución del plan piloto. -Observación directa del uso del tablero y de las reuniones asociadas.	-Según sea necesario (variable).

		-Asesoría para ajustar prácticas, clarificar dudas operativas y reforzar conceptos clave.	
--	--	---	--

Al finalizar el proceso de capacitación, los equipos de verificación habrán adquirido los conocimientos necesarios para comprender los fundamentos teóricos del enfoque *Kanban*, así como su aplicación práctica en el contexto específico de la organización. Esto incluye el entendimiento del flujo de trabajo visual, la gestión de tareas mediante tarjetas, el uso adecuado de métricas clave, la identificación de bloqueos y la priorización continua.

Adicionalmente, los participantes estarán familiarizados con las políticas operativas definidas para el tablero, los criterios de avance por columna, y el uso de herramientas complementarias que respalden la trazabilidad requerida por DO-178C. Los roles involucrados comprenderán sus responsabilidades dentro del nuevo sistema y contarán con ejemplos y casos prácticos que refuercen su capacidad de ejecución.

#### **5.4.3 Ejecución del plan piloto**

Antes de realizar el despliegue a gran escala de la metodología, se debe ejecutar un plan piloto en un proyecto específico que represente condiciones reales del área de verificación, pero que permita mantener un nivel de riesgo controlado. Esta fase tiene como propósito validar los elementos principales de la propuesta en un entorno operativo, con el fin de detectar oportunidades de ajuste antes de su implementación definitiva.

El piloto permitirá observar y evaluar los siguientes aspectos:

- Funcionalidad del tablero Kanban propuesto, incluyendo su configuración, claridad visual, facilidad de uso y adecuación al flujo real de trabajo.
- Pertinencia de los artefactos y eventos definidos, verificando si responden adecuadamente a las necesidades de control, seguimiento y colaboración del equipo.
- Comportamiento de las métricas seleccionadas, evaluando su utilidad para la toma de decisiones y su integración con los indicadores obligatorios existentes.
- Nivel de aceptación por parte del equipo, identificando el grado de adopción, compromiso y posibles resistencias al nuevo enfoque.

Para la selección del proyecto piloto, se deben considerar criterios que garanticen condiciones representativas del entorno operativo, pero que a la vez permitan un control adecuado del riesgo durante la fase de validación. En primer lugar, el proyecto debe encontrarse activo y en

fase de ejecución, con una duración estimada de mediano plazo, lo que permitirá observar el comportamiento del tablero y de la metodología en un marco temporal suficiente para extraer conclusiones significativas.

Además, el equipo asignado al proyecto debe estar conformado por personal local con experiencia previa en metodologías ágiles o al menos familiarizado con enfoques visuales de gestión, como tableros de tareas, lo cual facilitará la comprensión inicial del sistema y reducirá la curva de aprendizaje. Estos miembros del equipo pueden obtener el conocimiento solamente de la capacitación, en caso de que no existan candidatos con experiencia previa.

Finalmente, es necesario asegurar la disponibilidad del equipo para participar en reuniones periódicas de seguimiento y actividades de retroalimentación como mínimo de manera bisemanal, ya que estas instancias son clave para monitorear la implementación, detectar oportunidades de mejora y realizar los ajustes correspondientes durante la etapa piloto.

#### **5.4.4 Retroalimentación y ajustes**

Durante la fase piloto, se implementarán ciclos breves de revisión bisemanal con el propósito de recopilar observaciones directas de los participantes y evaluar el comportamiento de la metodología en condiciones reales.

Para recopilar información útil durante la fase piloto, se emplearán diversas herramientas de retroalimentación que permitirán obtener una visión integral del desempeño de la metodología implementada. Entre estas herramientas se incluyen encuestas rápidas, aplicadas periódicamente para recoger percepciones inmediatas del equipo sobre la utilidad del tablero, la carga de trabajo percibida y el nivel de comprensión del nuevo enfoque. Asimismo, se realizarán entrevistas breves con participantes clave con el objetivo de identificar posibles barreras, oportunidades de mejora y ajustes necesarios a nivel operativo. Estas entrevistas permitirán profundizar en aspectos cualitativos que no siempre se reflejan en los datos cuantitativos.

Adicionalmente, se llevará a cabo un análisis sistemático de métricas operativas, utilizando la información generada directamente del uso del tablero *Kanban*. Entre las métricas clave a monitorear se puede mencionar como un ejemplo el *lead time* de las tareas de verificación, que permitirá medir la eficiencia general del flujo.

En paralelo, se evaluarán aspectos cualitativos fundamentales para el éxito de la implementación. Estos incluyen la claridad del flujo de trabajo, es decir, el grado en que los miembros del equipo comprenden las etapas y criterios de avance; la visibilidad del progreso

mediante el tablero, que debe permitir a todos los participantes tener una visión clara del estado actual del proyecto; y el nivel de colaboración y autoorganización, reflejado en la capacidad del equipo para coordinarse, resolver bloqueos y distribuir tareas de manera autónoma. La combinación de estos insumos proporcionará una base sólida para realizar los ajustes necesarios antes del despliegue definitivo de la metodología.

La información recopilada en estos ciclos permitirá realizar los ajustes necesarios a la metodología, con base en evidencia y percepción directa de los usuarios, asegurando que la versión final esté alineada con las condiciones operativas de AVTech.

#### ***5.4.5 Lanzamiento progresivo***

Una vez validado el enfoque metodológico a través del proyecto piloto, se procederá con su despliegue progresivo en los siguientes proyectos del área de verificación. Este despliegue tendrá como objetivo escalar la implementación sin comprometer la estabilidad operativa de los equipos, permitiendo una transición ordenada hacia el nuevo modelo de gestión. Se recomienda iniciar con aquellos equipos que hayan mostrado mayor apertura al cambio o que históricamente hayan reportado problemas frecuentes en cronograma y control de costos, ya que representan contextos donde los beneficios del nuevo enfoque pueden hacerse evidentes con mayor rapidez.

La estrategia de adopción se estructurará en fases trimestrales, organizadas por proyecto o grupo de proyectos, dependiendo de su tamaño y nivel de complejidad. Esta planificación por etapas permitirá realizar ajustes iterativos entre fases, aplicando las lecciones aprendidas de cada implementación parcial antes de avanzar hacia nuevos equipos. El calendario de adopción será coordinado por la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO), en conjunto con el Director de Ingeniería de *Software* y los líderes de equipos correspondientes.

Cada equipo que se incorpore al nuevo enfoque contará con el apoyo de un mentor de implementación, quien tendrá la responsabilidad de guiar al equipo en la configuración de su tablero, facilitar las reuniones clave, reforzar la comprensión de las métricas y apoyar en la resolución de dudas operativas. Este acompañamiento buscará reducir la curva de aprendizaje y asegurar una adopción consistente con los lineamientos definidos durante el piloto. Estos mentores igualmente deberán pasar por el proceso de capacitación inicial.

Durante esta fase de expansión, la Oficina de Gestión de Proyectos asumirá el rol de consolidar las métricas generadas por los equipos, realizar el seguimiento del rendimiento y proporcionar retroalimentación periódica a la alta dirección. Esta información permitirá

monitorear el avance de la implementación, identificar desviaciones y evaluar el impacto de la metodología sobre indicadores clave como visibilidad del progreso, predictibilidad del flujo de trabajo y cumplimiento de entregables.

#### 5.4.6 Métricas de implementación

Para evaluar la efectividad de la implementación de la propuesta metodológica basada en *Kanban*, es necesario establecer un conjunto de métricas cuantitativas y criterios cualitativos que permitan medir tanto el impacto en el desempeño operativo como la calidad del proceso de adopción. Esta evaluación debe considerar no solo los resultados obtenidos, sino también la forma en que la metodología fue integrada en la dinámica de trabajo de los equipos de verificación.

El enfoque propuesto se estructura en categorías clave que reflejan los aspectos críticos del entorno de trabajo en AVTech, considerando el marco normativo del estándar DO-178C y los lineamientos vigentes en la gestión de proyectos. Las métricas cuantitativas permiten establecer valores de referencia claros y comparables, mientras que los criterios cualitativos aportan una visión más contextualizada sobre la aceptación, claridad y utilidad de la metodología en la práctica diaria.

En cuanto a la adopción organizacional, esta categoría evalúa el grado en que los equipos han incorporado la metodología *Kanban* en su gestión diaria y la percepción que tienen sobre su utilidad. Una de las métricas principales es el porcentaje de equipos de verificación que utilizan activamente el tablero *Kanban* para gestionar sus tareas, con una meta de adopción igual o superior al 80 % dentro de los seis primeros meses. También se monitorea la participación en eventos ágiles, midiendo el porcentaje de cumplimiento en reuniones clave como planificaciones, retrospectivas y seguimientos diarios, con una meta de al menos 80 % de efectividad según los registros documentados. Finalmente, se aplicará una encuesta de satisfacción al equipo, centrada en aspectos como claridad del flujo de trabajo, distribución de la carga y nivel de colaboración, estableciendo como criterio de éxito una puntuación promedio igual o superior a 4 en una escala de 1 a 5.

A continuación, en la Tabla 5.7, se presenta un resumen de las métricas propuestas.

**Tabla 5.7 Métricas de éxito propuestas.**

<i>Categoría</i>	<i>Métrica</i>	<i>Descripción</i>	<i>Meta</i>
<i>Cronograma y Costo.</i>	SPI.	SPI = Valor ganado / Valor planificado.	SPI $\geq$ 0.8 en $\geq$ 70 % de los proyectos implementados.

	CPI.	$CPI = \text{Valor ganado} / \text{Costo actual}$ .	$CPI \geq 0.8$ en $\geq 70\%$ de los proyectos implementados.
<i>Eficiencia operativa.</i>	<i>Lead Time</i> promedio.	Tiempo desde que una tarea entra al tablero hasta que se completa.	Reducción del 20% respecto a la línea base.
<i>Adopción organizacional.</i>	Equipos utilizando el tablero.	Equipos de verificación que gestionan tareas mediante el tablero.	$\geq 80\%$ después de seis meses.
	Participación en eventos ágiles.	Reuniones diarias, retrospectivas y planificaciones realizadas efectivamente.	$\geq 80\%$ de cumplimiento según registro.
	Encuesta de satisfacción del equipo	Evaluación sobre claridad, carga de trabajo y colaboración.	Puntuación promedio $\geq 4$ de 5.

## Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones

Este capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, con el objetivo de sintetizar los principales hallazgos y aportes obtenidos a lo largo del estudio. Asimismo, se proponen una serie de acciones y lineamientos que pueden servir como base para futuras mejoras e iniciativas en el campo de la gestión de proyectos, especialmente en contextos donde se busca optimizar procesos sin comprometer la estructura existente.

### 6.1 Conclusiones

El objetivo general del proyecto consistió en mejorar el proceso de gestión de proyectos de la organización, a través de la revisión bibliográfica, investigación de campo y evaluación de métodos actuales, con el fin de optimizar el desempeño en costo y cronograma. Como resultado del trabajo realizado, se logró cumplir este objetivo de manera integral.

Para el caso de los objetivos específicos, se concluye lo siguiente:

- **Primer Objetivo Específico:** Diagnosticar la gestión de proyectos de la organización, a través de un análisis exhaustivo de los métodos actuales de gestión de proyectos de la organización identificando las brechas existentes respecto a otros métodos de gestión.
  - Se identificó que AVTech gestiona sus proyectos mediante un enfoque predominantemente predictivo, basado en el estándar PMBoK® y apoyado por herramientas tradicionales como hojas de cálculo en Excel.
  - Se identificó que la metodología de gestión de proyectos actualmente utilizada en AVTech, no está logrando cumplir consistentemente con los indicadores de desempeño establecidos para cronograma y costo. El diagnóstico reveló debilidades clave, como la falta de visualización del avance del trabajo, una baja capacidad de adaptación ante cambios en los requerimientos, y un control limitado sobre las dependencias entre tareas. Asimismo, el uso de herramientas como Excel resultó ser insuficiente para gestionar eficazmente la complejidad de los proyectos de verificación bajo DO-178C.
- **Segundo Objetivo Específico:** Identificar prácticas de gestión de proyectos alineadas con la organización, cultura y tipo de proyectos, mediante una revisión bibliográfica de métodos que optimicen la eficiencia y efectividad de los proyectos de la organización.

- Se concluyó, mediante la triangulación de datos que integró la revisión bibliográfica, el análisis comparativo y la evidencia empírica obtenida de las fuentes internas, que las metodologías ágiles, en especial Kanban, ofrecen prácticas más adecuadas para abordar los retos identificados en AVTech. Esto se debe a que son adaptables, visuales y se centran en la entrega continua de valor. Por consiguiente, se optó por una propuesta híbrida que conserva los elementos predictivos necesarios para el cumplimiento normativo, a la vez que integra prácticas ágiles seleccionadas para aumentar la eficiencia y visibilidad de los proyectos.
- **Tercer Objetivo Específico:** Diseñar una propuesta de mejora para la gestión de proyectos de la organización, basada en el diagnóstico y la identificación de prácticas que reduzcan las brechas actuales.
  - Se desarrolló una propuesta metodológica que incorpora principios de Kanban, ajustados al contexto de proyectos de verificación. Esta propuesta incluye la definición clara de roles, artefactos, eventos clave y políticas operativas que permiten adaptar el flujo de trabajo sin contradecir los procesos normativos establecidos por DO-178C y que se pueden integrar a la forma de trabajar de la organización.
  - La propuesta busca una adopción progresiva y flexible, fomentando la mejora continua, la autoorganización de los equipos y una mayor trazabilidad del avance. Asimismo, se definieron métricas clave como el *lead time* y *cycle time*, para evaluar el desempeño de los equipos de verificación de forma objetiva y continua.
- **Cuarto Objetivo Específico:** Desarrollar una estrategia de implementación de la propuesta de mejora, a través de un plan detallado y factible que facilite su aplicación efectiva.
  - Se elaboró una estrategia de implementación estructurada en cinco etapas: patrocinio institucional, capacitación, plan piloto, retroalimentación y ajustes, y lanzamiento progresivo. Esta estrategia está diseñada para minimizar la disrupción organizacional y asegurar una transición progresiva hacia el nuevo modelo de gestión. Incluye además un cronograma claro, criterios de éxito

definidos y mecanismos de retroalimentación que permiten realizar ajustes conforme avanza la adopción. Con ello, se establece un marco realista y medible para la aplicación efectiva de la propuesta.

## **6.2 Recomendaciones**

Las recomendaciones que se presentan a continuación corresponden a acciones clave orientadas a fortalecer y ampliar el impacto de la propuesta metodológica, pero que, por su naturaleza o alcance, exceden los límites definidos en esta investigación. Estas sugerencias están destinadas a ser consideradas en fases futuras o como parte de iniciativas complementarias, con el objetivo de consolidar una gestión de proyectos más eficiente y sostenible en el entorno organizacional. A continuación, se detallan las recomendaciones planteadas.

- Se recomienda a la alta dirección mantener el compromiso activo, particularmente del Director de ingeniería de *software*, la PMO y el área de Calidad, durante todo el proceso de adopción de la propuesta metodológica. Además, que su respaldo facilite la asignación de recursos, la resolución de bloqueos organizacionales y la generación de confianza en los equipos de trabajo.
- Se recomienda al encargado de la implementación realizar una investigación futura que tenga como objetivo realizar un análisis comparativo antes y después de la adopción, con un enfoque cuantitativo sobre los indicadores de desempeño (cronograma, costo, retrabajo, eficiencia de flujo). Esto permitiría validar empíricamente los beneficios de la metodología propuesta y sus efectos en la productividad de los equipos.
- Se recomienda al *PMO Manager* incorporar las métricas definidas en los tableros de desempeño del área de Ingeniería y que estas formen parte de los informes periódicos presentados a gerencia. Además, que esto permita alinear los indicadores de eficiencia operativa con los objetivos estratégicos de la empresa.
- Se recomienda que, aunque la propuesta se enfoca en la fase de verificación, se evalúe por parte del Gerente de ingeniería de *software* su aplicabilidad futura en fases previas como diseño, codificación o integración para que esto permita una gestión de flujo de trabajo más continua y coherente en todo el desarrollo del software.
- Se recomienda a los gerentes de proyectos generar informes internos que recopilen los hallazgos clave, retos enfrentados, ajustes realizados y testimonios del equipo

piloto, ya que esta información servirá de base para futuras adaptaciones metodológicas y como referencia para otras áreas de la organización.

- Se recomienda a los gerentes de proyectos que, independientemente del avance en la adopción, se institucionalice el hábito de la retrospectiva como práctica central para la mejora continua, y que cada equipo implemente sesiones mensuales para revisar su desempeño, identificar mejoras y compartirlas con otros equipos.
- Se recomienda al *PMO Manager* y al área de desarrollo e investigación que trabajen en conjunto para establecer una revisión semestral de la metodología, con el fin de asegurar su vigencia y pertinencia en un entorno tecnológico y regulatorio en constante cambio. Esta revisión debe incluir estudios comparativos entre la metodología propuesta y otras posibles combinaciones, especialmente en organizaciones del sector aeronáutico o altamente regulado, para identificar ventajas competitivas y desafíos comunes.
- Se recomienda al área de calidad y cumplimiento que se trabaje, en conjunto con la implementación de esta propuesta, la revisión y mejora del procedimiento operacional estándar para el manejo de riesgos en la empresa. Esta debe incluir una revisión exhaustiva de los cambios propuestos e implementados que afecten de manera directa o indirecta a este procedimiento.

## Capítulo 7 Referencias bibliográficas

- Agile Alliance. (2001). *Principles behind the Agile Manifesto*.  
<https://agilemanifesto.org/principles.html>
- Ananda, C. (2024, February). *Pros and Cons of Jira Software for Project Management*.  
<https://mgtechsoft.com/blog/pros-and-cons-of-jira-software-for-project-management-in-2024/#:~:text=Some%20users%20find%20the%20Jira,for%20users%20to%20become%20comfortable.>
- Atlassian. (2025, April). *Welcome to JIRA*.  
<https://www.atlassian.com/software/jira/guides/getting-started/introduction#what-is-jira-software>
- AVTech. (2024a). *AV-026 Project Management Process* (Issue 53). AVTech.
- AVTech. (2024b). *QMS Review Q4 2024*.
- AVTech. (2025). *AVTech Generic Terms and Conditions*.
- Girón Sevillano, Á. J. (2021). *Metodologías de Gestión de Proyectos. Estudio comparativo y propuesta de guía de elección*. Universidad de Sevilla.
- Howard University. (2024, April). *GSuite to Microsoft 365 Migration*.  
<https://technology.howard.edu/sites/technology.howard.edu/files/2024-04/M365%20Loop%20Job%20Aid.pdf>
- John, J. (2025, March). *Microsoft Planner vs Trello*. <https://zapier.com/blog/microsoft-planner-vs-trello/>
- Kahvedzic, D., & Hemmel, R. (2023). *Microsoft Loop*.
- Microsoft. (2025). *Microsoft Loop*. [Http://Microsoft.Com/En-Us/Microsoft-Loop](http://Microsoft.Com/En-Us/Microsoft-Loop).
- Microsoft Tech Community. (2024, April). *Microsoft Planner Frequently Asked Questions*.  
[https://cdn.techcommunity.microsoft.com/assets/Planner/Microsoft\\_Planner\\_FAQ\\_April\\_30.pdf](https://cdn.techcommunity.microsoft.com/assets/Planner/Microsoft_Planner_FAQ_April_30.pdf)
- Project Management Institute. (2017a). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (6th ed.). Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2017b). *Guía Práctica de Ágil*. Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.)*. Project Management Institute, Inc.

RTCA, Inc. (2011). *DO-178C - Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*. RTCA, Inc.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*.

ScrumMaster. (2003, October). *ScrumMaster,DK*.  
<https://scrummaster.dk/lib/AgileLeanLibrary/People/JefreyLiker/Liker04.pdf>

SCRUMstudy(TM). (2019). *Una guía para el Cuerpo de conocimiento de Scrum (Guía SBOK) - 3ª Edición*. SCRUMstudy(TM).

## Capítulo 8 Apéndices

### 8.1 Apéndice A: Encuesta PMOs

#### Encuesta Gestión de Proyectos en AVTech

- **Tipos de Proyectos:** ¿Podría describir los tipos principales de proyectos que AVTech ejecuta (ej., desarrollo de software, infraestructura, consultoría) y cuál es la duración y el tamaño promedio de estos proyectos?
- **Marcos de Trabajo:** ¿Qué metodología o marco de trabajo de gestión de proyectos se utiliza en AVTech (ej., Agile, PMBOK, híbrido) y cómo se adapta a los diferentes tipos de proyectos?
- **Roles y Responsabilidades:** ¿Cómo se asignan los roles y responsabilidades en los proyectos, incluyendo el rol del Project Manager, la definición de requisitos, y la distribución de responsabilidades dentro del equipo técnico?
- **Comunicación con Stakeholders:** ¿Cómo se gestiona la comunicación con los *stakeholders* (clientes, dirección, otros departamentos) en cuanto al progreso, riesgos y problemas del proyecto?
- **Gestión de Cambios:** ¿Cuál es el proceso para gestionar los cambios en el alcance, cronograma o presupuesto de un proyecto?
- **Gestión de Riesgos:** ¿Cómo se identifican, evalúan y mitigan los riesgos en los proyectos?
- **Retos en la Gestión de Proyectos:** ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta AVTech en la gestión y ejecución de proyectos, incluyendo desviaciones, asignación de recursos y colaboración entre equipos?
- **Oportunidades de Mejora:** ¿Qué aspectos de la gestión de proyectos funcionan bien en AVTech y en qué áreas se identifica la mayor oportunidad de mejora?

## 8.2 *Apéndice B: Encuesta Gerentes de Proyectos*

### **Encuesta Gestión de Proyectos en AVTech**

- ***Herramientas de Gestión:*** ¿Qué herramientas de software y plantillas se utilizan para la planificación, seguimiento y comunicación de los proyectos?
- ***Comunicación con Stakeholders:*** ¿Cómo se gestiona la comunicación con los *stakeholders* (clientes, dirección, otros departamentos) en cuanto al progreso, riesgos y problemas del proyecto?
- ***Gestión de Cambios:*** ¿Cuál es el proceso para gestionar los cambios en el alcance, cronograma o presupuesto de un proyecto?
- ***Gestión de Riesgos:*** ¿Cómo se identifican, evalúan y mitigan los riesgos en los proyectos?
- ***Métricas de Éxito:*** ¿Qué métricas o KPIs se utilizan para medir el éxito de los proyectos?
- ***Retos en la Gestión de Proyectos:*** ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta AVTech en la gestión y ejecución de proyectos, incluyendo desviaciones, asignación de recursos y colaboración entre equipos?
- ***Oportunidades de Mejora:*** ¿Qué aspectos de la gestión de proyectos funcionan bien en AVTech y en qué áreas se identifica la mayor oportunidad de mejora?

### 8.3 Apéndice C: Encuesta Líderes

#### Encuesta Gestión de Proyectos en AVTech

- **Marcos de Trabajo:** ¿Qué metodología o marco de trabajo de gestión de proyectos se utiliza en AVTech (ej., Agile, PMBOK, híbrido) y cómo se adapta a los diferentes tipos de proyectos?
- **Roles y Responsabilidades:** ¿Cómo se asignan los roles y responsabilidades en los proyectos, incluyendo el rol del Project Manager, la definición de requisitos, y la distribución de responsabilidades dentro del equipo técnico?
- **Herramientas de Gestión:** ¿Qué herramientas de software y plantillas se utilizan para la planificación, seguimiento y comunicación de los proyectos?
- **Comunicación con Stakeholders:** ¿Cómo se gestiona la comunicación con los *stakeholders* (clientes, dirección, otros departamentos) en cuanto al progreso, riesgos y problemas del proyecto?
- **Métricas de Éxito:** ¿Qué métricas o KPIs se utilizan para medir el éxito de los proyectos?
- **Retos en la Gestión de Proyectos:** ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta AVTech en la gestión y ejecución de proyectos, incluyendo desviaciones, asignación de recursos y colaboración entre equipos?
- **Oportunidades de Mejora:** ¿Qué aspectos de la gestión de proyectos funcionan bien en AVTech y en qué áreas se identifica la mayor oportunidad de mejora?

#### 8.4 Apéndice D: Ficha revisión bibliográfica

<i>Ficha de revisión bibliográfica.</i>			
<i>Fecha de revisión:</i>			
<i>Objetivo:</i>			
<i>Referencia (APA 7):</i>			
<i>Categoría:</i>		<i>Subcategoría:</i>	
<i>Temáticas identificadas:</i>	<i>Marcos de trabajo</i>		
	<i>Herramientas de gestión</i>		
<i>Síntesis de la información identificada relevante para la investigación</i>			
<i>Observaciones</i>			

### 8.5 Apéndice E: Ficha revisión documental

<i>Ficha de revisión documental.</i>	
<i>Fecha de revisión:</i>	
<i>Objetivo:</i>	
<i>Nombre del documento:</i>	
<i>ID:</i>	<i>Revisión:</i>
<i>Descripción breve del contenido:</i>	
<i>Síntesis de la información identificada relevante para la investigación</i>	
<i>Observaciones</i>	

### 8.6 Apéndice F: Ficha caracterización de proyectos

<i>Ficha caracterización de proyectos</i>		<i>Ficha #:</i>	
Objetivo:			
Nombre del proyecto:			
<b>Caracterización</b>			
<i>Aspecto por evaluar</i>	<i>Ágil</i>	<i>Predictivo</i>	<i>Híbrido</i>
<b>Naturaleza de los requisitos:</b> Se analiza la flexibilidad y estabilidad de los requisitos del proyecto, con el fin de determinar su susceptibilidad a modificaciones posteriores o su nivel de definición en las fases iniciales.			
<b>Entorno del proyecto:</b> El proyecto manifiesta una mayor adecuación a contextos de naturaleza dinámica o estable, en consonancia con las características del entorno en el que se implementa.			
<b>Stakeholders y su participación:</b> El grado de colaboración y compromiso que se demanda de los interesados ( <i>stakeholders</i> ) a lo largo del ciclo de vida del proyecto, así como la evaluación de su influencia en el desarrollo y los resultados del mismo.			
<b>Riesgos e incertidumbres:</b> Se caracteriza el tipo de riesgos que el proyecto confronta y se evalúa su capacidad para gestionar incertidumbres, determinando si el enfoque se adapta de manera más efectiva a riesgos emergentes o a aquellos de naturaleza predecible.			
<b>Complejidad del proyecto:</b> Se evalúa el grado de complejidad inherente al proyecto, considerando si su naturaleza demanda la adopción de soluciones innovadoras o si, por el contrario, puede ser abordado de			

manera eficiente mediante la aplicación de procesos y metodologías probadas.			
<b>Plazos y cronograma:</b> Se analiza la flexibilidad de las restricciones temporales del proyecto, determinando si su naturaleza admite ajustes en el cronograma o si requiere la observancia de plazos de entrega estrictos.			
<b>Presupuesto y financiación:</b> Se examina el modelo de financiamiento del proyecto, determinando si está sujeto a restricciones presupuestarias fijas o si posee la flexibilidad necesaria para acomodar ajustes derivados de cambios en su alcance.			
<b>Cultura organizacional:</b> Se analiza la cultura organizacional, determinando si el proyecto es más viable en contextos que valoran la innovación o en aquellos caracterizados por estructuras más formales y menos flexibles.			
<b>Gestión de cambios al alcance:</b> Se evalúa la aptitud del proyecto para manejar cambios en el alcance, analizando si estos se presentan con alta frecuencia y flexibilidad o si su gestión se caracteriza por un control estricto.			
<b>Entrega de valor acelerada o anticipada:</b> Se define la estrategia de entrega de valor del proyecto, especificando si se enfoca en la liberación progresiva y continua en etapas tempranas de su ciclo de vida o si, por el contrario, la entrega substancial se realiza predominantemente al finalizar este.			
<b>Liderazgo y empoderamiento de las personas:</b> Se caracteriza el tipo de liderazgo que mejor se adapta a la naturaleza del proyecto, contrastando entre un liderazgo			

distribuido que fomenta la autonomía del equipo y un liderazgo más centralizado y jerárquico.			
<b>Control y seguimiento:</b> Se analiza el modelo de supervisión y control del proyecto, determinando si se centra en la retroalimentación constante y adaptativa o si se fundamenta en un monitoreo formal basado en hitos y procedimientos estandarizados.			
<b>Conclusión</b>			

8.7 *Apéndice G: Cuestionario de modelo de idoneidad.*

<b>Modelo de Idoneidad</b>			
<i>Aspecto por evaluar</i>	<i>Ágil</i>	<i>Predictivo</i>	<i>Híbrido</i>
<b><i>Naturaleza de los requisitos y cantidad de cambios esperados</i></b>	Requisitos flexibles, propensos a cambios. Ideal para necesidades inciertas.	Requisitos claros y estables. Ideal cuando los cambios son mínimos.	Combina requisitos estables con áreas de flexibilidad para adaptarse a necesidades cambiantes.
<b><i>Entorno del Proyecto</i></b>	Se adapta bien a entornos dinámicos donde las condiciones cambian rápidamente.	Mejor en entornos estables y predecibles.	Aprovecha la estabilidad donde es posible y permite la adaptabilidad donde es necesario.
<b><i>Stakeholders y su nivel de participación durante el ciclo de proyecto</i></b>	Requiere alta colaboración y compromiso continuo de los <i>stakeholders</i> .	Menos dependiente de la participación continua de <i>stakeholders</i> .	Requiere un equilibrio entre compromiso continuo y participación definida según la fase del proyecto.
<b><i>Riesgos e Incertidumbres</i></b>	Gestiona bien los riesgos emergentes mediante adaptación y respuesta rápida.	Adecuado para riesgos previsibles y controlables.	Maneja riesgos mixtos, con elementos tanto previsibles como emergentes.
<b><i>Complejidad del Proyecto</i></b>	Ideal para proyectos que requieren soluciones innovadoras y manejo de complejidad. Equipos multifuncionales con habilidades en desarrollo rápido y	Funciona bien para proyectos con entregables y procesos claros y probados. Necesita expertos con conocimientos técnicos específicos	Adapta enfoques según la complejidad de diferentes partes del proyecto. Puede requerir integrar tecnologías establecidas con innovaciones emergentes. Capacidad

	flexible para iterar sobre la solución técnica. Capacidad para crear prototipos y validar ideas técnicas rápidamente a través de pruebas y retroalimentación. Fuerte énfasis en la colaboración y comunicación entre desarrolladores, usuarios y otros <i>stakeholders</i> para afinar la solución técnica.	para abordar desafíos predefinidos. Involucra ciclos de revisión y aprobación más formales para cambios en el diseño técnico. Gestiona los cambios técnicos de manera estructurada y formal para asegurar la alineación con los requisitos originales. La documentación detallada es crucial y se actualiza a medida que avanza el proyecto.	de aplicar diferentes metodologías técnicas según el componente o fase del proyecto. El equipo necesita mantener un amplio espectro de habilidades técnicas para abordar diferentes aspectos del proyecto. Permite iteraciones y pruebas en fases específicas del proyecto, manteniendo el resto bajo un enfoque más tradicional.
<b><i>Plazos y Cronograma</i></b>	Flexible, puede ajustar plazos según el aprendizaje y las necesidades del proyecto.	Mejor para proyectos con plazos estrictos y bien definidos.	Combina plazos fijos para ciertas entregas con flexibilidad en otras áreas.
<b><i>Presupuesto y Financiación</i></b>	Puede requerir ajustes de presupuesto basados en cambios en el alcance del proyecto.	Generalmente opera dentro de un presupuesto fijo y bien definido.	Permite una gestión financiera flexible, ajustándose a las necesidades del proyecto.
<b><i>Cultura Organizacional</i></b>	Requiere una cultura que valore la adaptabilidad, la	Se adapta mejor a estructuras organizacionales más	Permite a la organización utilizar tanto enfoques ágiles

	innovación y la colaboración.	rígidas y tradicionales.	como predictivos según sea necesario.
<b><i>Gestión de Cambios al Alcance</i></b>	Muy flexible, permite cambios frecuentes y rápidos en el alcance.	Cambios al alcance son menos frecuentes y más rigurosamente controlados.	Permite cambios al alcance con controles, dependiendo de la parte del proyecto y el enfoque utilizado.
<b><i>Entrega de Valor Acelerada o Anticipada</i></b>	Enfoca en entregas rápidas y frecuentes para maximizar el valor temprano.	La entrega de valor está generalmente al final del proyecto.	Combina entregas rápidas para algunas partes del proyecto con entregas finales para otras.
<b><i>Liderazgo y Empoderamiento de las Personas</i></b>	Promueve el liderazgo compartido y el empoderamiento de los equipos.	Liderazgo más directivo y roles bien definidos.	Balance entre liderazgo directivo y empoderamiento, ajustándose a las necesidades del equipo.
<b><i>Control y Seguimiento</i></b>	Menos formal, con énfasis en la adaptabilidad y respuesta a la retroalimentación.	Formal y sistemático, con métricas e hitos claramente definidos.	Utiliza tanto métodos formales como adaptativos según la fase y las necesidades del proyecto.

### 8.8 Apéndice H: Cuestionario de evaluación de agilidad empresarial

<i>Agilidad Empresarial</i>		
<i>Aspecto por evaluar</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valoración actual</i>
<i>Valor 1</i>	Los individuos y las interacciones por encima de procesos y herramientas.	
<i>Valor 2</i>	Un software funcional por encima de la documentación extensiva.	
<i>Valor 3</i>	Colaboración con el cliente por encima de la negociación contractual.	
<i>Valor 4</i>	Responder ante el cambio sobre seguir un plan.	
<i>Principio 1</i>	Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente a través de la entrega temprana y continua de software de calidad y que le genere valor.	
<i>Principio 2</i>	Darles la bienvenida a los requisitos cambiantes, aún en las últimas etapas del desarrollo. Los Procesos ágiles aprovechan el cambio para ofrecerle al cliente una ventaja competitiva.	
<i>Principio 3</i>	Entregar software funcional con frecuencia (semanas o meses), con preferencia por el corto plazo.	
<i>Principio 4</i>	Los empresarios y los desarrolladores deben trabajar juntos diariamente durante todo el proyecto.	
<i>Principio 5</i>	Construir proyectos alrededor de personas motivadas, darles el entorno y el apoyo que necesitan y confiar en ellos para hacer el trabajo.	
<i>Principio 6</i>	El método más eficiente y eficaz de transmitir información con y dentro de un equipo de desarrollo es tener conversaciones cara a cara.	
<i>Principio 7</i>	Un software funcional es la medida principal del progreso.	

<b>Principio 8</b>	Los procesos ágiles promueven un desarrollo sostenible. Los Patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben ser capaces de mantener un ritmo constante indefinidamente.	
<b>Principio 9</b>	La continua atención a la excelencia técnica y el buen diseño mejora la agilidad.	
<b>Principio 10</b>	Simplicidad: es esencial el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado.	
<b>Principio 11</b>	Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos que se autoorganizan.	
<b>Principio 12</b>	Durante intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para así afinar y ajustar su comportamiento según sea necesario.	
<b>Total</b>	-	
<b>Porcentaje de Agilidad</b>	-	
<b>Conclusión</b>		

Escala de evaluación:

**1:** *Inexistente*

**2:** *Muy Raro*

**3:** *Ocasional*

**5:** *Frecuente*

**8:** *Consistente*

**13:** *Dominado*

**21:** *Ejemplar*

## 8.9 Apéndice I: Plantilla de tablero

The image shows a Microsoft Planner board template with the following columns and tasks:

- Sin Comenzar**
  - + Add task
  - Backlog**
    - HLR-032  
TC Asociados: NA.  
Componente: sumMax()  
Dependencias: MathLib debe de estar terminado.
  - Backlog**
    - HLR-015  
TC Asociados: NA.  
Componente: sumMin()  
Dependencias: MathLib debe de estar terminado.
- Bloqueado**
  - + Add task
  - Backlog**
    - HLR-007  
TC Asociados: 12.  
Componente: matrixRed()  
Dependencias: FuncLib no compila ni ejecuta.
- En Desarrollo**
  - + Add task
  - HLR-022  
TC Asociados: 5.  
Componente: memCopy()  
Dependencias: NA.
  - HLR-023  
TC Asociados: 3.  
Componente: memCopy()  
Dependencias: NA.
  - HLR-027  
TC Asociados: 6.  
Componente: memCopy()  
Dependencias: NA.
- Desarrollado**
  - + Add task
  - HLR-024  
TC Asociados: 6.  
Componente: memCopy()  
Dependencias: NA.
- Revisión Informal**
  - + Add task
  - HLR-030  
TC Asociados: 3.  
Componente: multiHex()  
Dependencias: Dependé de la ejecución de HLR-023 como Paso 0.
- Corrección Informal**
  - + Add task
- Revisión Formal**
  - + Add task
  - HLR-042  
TC Asociados: 4.  
Componente: subMux()  
Dependencias: NA.
  - HLR-042  
TC Asociados: 4.  
Componente: subMux()  
Dependencias: NA.
- Corrección Formal**
  - + Add task
  - HLR-040  
TC Asociados: 4.  
Componente: subMux()  
Dependencias: NA.
- Terminado**
  - + Add task
  - HLR-049  
TC Asociados: 12.  
Componente: maxMux()  
Dependencias: NA.
- Eliminado\***
  - + Add task

*Nota: Elaboración personal en Microsoft Planner.*

**8.10 Apéndice J: Plantilla de registro de problemas técnicos**

<b>Problemas técnicos</b>						
<i>ID</i>	<i>Fecha de reporte</i>	<i>Evaluado por</i>	<i>Detalle</i>	<i>Solución acordada</i>	<i>Estado</i>	<i>Fecha de última actualización</i>

<b>Seguimiento de soluciones</b>				
<i>ID de solución</i>	<i>Fecha de implementación</i>	<i>Evaluado por</i>	<i>Detalle</i>	<i>Estado</i>

*8.11 Apéndice K: Plantilla de registro de lecciones aprendidas*

**Proyecto:** \_\_\_\_\_

**Registrada por:** \_\_\_\_\_

**Descripción del error:**

---

---

**Abordaje del error:**

---

---

**Lecciones aprendidas:**

---

---

**Cambios formales asociados:**

---

---

8.12 Apéndice L: Plantilla de cambios en el alcance

Proyecto: \_\_\_\_\_

PM: \_\_\_\_\_

Fecha del cambio solicitado: \_\_\_\_\_

Origen de la solicitud: (Cliente/Interno/Otro: \_\_\_\_\_)

<i>Análisis de impacto</i>			
<i>Área</i>	<i>Descripción de la afectación</i>	<i>Evaluado por</i>	<i>Fecha de evaluación</i>
<i>Tiempo</i>			
<i>Costo</i>			
<i>Riesgos</i>			

Estado de la solicitud: (Aprobado/Rechazado/En Revisión)

Firma responsable: \_\_\_\_\_

<i>Seguimiento</i>				
<i>ID</i>	<i>Descripción</i>	<i>Fecha estimada</i>	<i>Fecha real</i>	<i>Estado</i>

Resultados: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Validado por: \_\_\_\_\_

**8.13 Apéndice M: Plantilla de bloqueos e impedimentos**

**Proyecto:** \_\_\_\_\_

**PM:** \_\_\_\_\_

<b>Bloqueos e impedimentos</b>							
<i>ID</i>	<i>Descripción</i>	<i>Área afectada</i>	<i>Fecha de identificación</i>	<i>Comentarios</i>	<i>Estado</i>	<i>Fecha de última actualización</i>	<i>Impacto</i>

<b>Análisis y acciones</b>						
<i>ID</i>	<i>ID del bloqueo</i>	<i>Detalla</i>	<i>Responsable</i>	<i>Fecha estimada para completar</i>	<i>Estado</i>	<i>Comentarios</i>

**Otras observaciones:**

---



---



---



---

## Capítulo 9 Anexos

### 9.1 Anexo 1: Resultado de aplicación del modelo de idoneidad

Aspecto a Evaluar	Ciclo de Vida Ágil	Ciclo de Vida Predictivo	Ciclo de Vida Híbrido	Comentarios
<i>Naturaleza de los requisitos y cantidad de cambios esperados</i>	Requisitos flexibles, propensos a cambios. Ideal para necesidades inciertas.	Requisitos claros y estables. Ideal cuando los cambios son mínimos.	Combina requisitos estables con áreas de flexibilidad para adaptarse a necesidades cambiantes.	Los requisitos deben estar claros desde el inicio del proyecto ya que son el insumo para las etapas siguientes. Cada cambio que se realice en estos requerimientos repercute las demás etapas.
		X		
<i>Entorno del Proyecto</i>	Se adapta bien a entornos dinámicos donde las condiciones cambian rápidamente.	Mejor en entornos estables y predecibles.	Aprovecha la estabilidad donde es posible y permite la adaptabilidad donde es necesario.	A pesar de la rigurosidad de las entradas a los procesos, al cliente se le permite cierta flexibilidad de realizar cambios en etapas tempranas de la ejecución o en artefactos que no afecten significativamente el resto de trabajo ya realizado.
			X	

<i>Stakeholders y su nivel de participación durante el ciclo de proyecto</i>	Requiere alta colaboración y compromiso continuo de los <i>stakeholders</i> .	Menos dependiente de la participación continua de <i>stakeholders</i> .	Requiere un equilibrio entre compromiso continuo y participación definida según la fase del proyecto.	Los interesados están siempre presentes en las comunicaciones y resumen de resultados de cada etapa del proyecto. Además, se les da comunicación y visibilidad constante de los problemas encontrados para encontrar soluciones en conjunto.
			X	
<i>Riesgos y Incertidumbres</i>	Gestiona bien los riesgos emergentes mediante adaptación y respuesta rápida.	Adecuado para riesgos previsibles y controlables.	Maneja riesgos mixtos, con elementos tanto previsibles como emergentes.	Los riesgos se manejan de manera sistemática con acciones y responsables.
		X		

<p><i>Complejidad del Proyecto</i></p>	<p>Ideal para proyectos que requieren soluciones innovadoras y manejo de complejidad. Equipos multifuncionales con habilidades en desarrollo rápido y flexible para iterar sobre la solución técnica. Capacidad para crear prototipos y validar ideas técnicas rápidamente a través de pruebas y retroalimentación . Fuerte énfasis en la colaboración y comunicación entre desarrolladores, usuarios y otros stakeholders para afinar la solución técnica.</p>	<p>Funciona bien para proyectos con entregables y procesos claros y probados. Necesita expertos con conocimientos técnicos específicos para abordar desafíos predefinidos. Involucra ciclos de revisión y aprobación más formales para cambios en el diseño técnico. Gestiona los cambios técnicos de manera estructurada y formal para asegurar la alineación con los requisitos originales. La documentación detallada es crucial y se actualiza a medida que avanza el proyecto.</p>	<p>Adapta enfoques según la complejidad de diferentes partes del proyecto. Puede requerir integrar tecnologías establecidas con innovaciones emergentes. Capacidad de aplicar diferentes metodologías técnicas según el componente o fase del proyecto. El equipo necesita mantener un amplio espectro de habilidades técnicas para abordar diferentes aspectos del proyecto. Permite iteraciones y pruebas en fases específicas del proyecto, manteniendo el resto bajo un enfoque más tradicional.</p>	<p>La ejecución de los proyectos permite flexibilidad en ciertas áreas para poder agilizar procesos y llevar actividades en paralelo a pesar de que el DO-178C no permite hasta cierto punto. Esto evidencia que existe flexibilidad para implementar nuevas maneras de gestión.</p>
			<p><b>X</b></p>	

<i>Plazos y Cronograma</i>	Flexible, puede ajustar plazos según el aprendizaje y las necesidades del proyecto.	Mejor para proyectos con plazos estrictos y bien definidos.	Combina plazos fijos para ciertas entregas con flexibilidad en otras áreas.	El proyecto tiene un plazo y costo definido desde que se entrega la propuesta al cliente. Cada cambio debe de ser comunicado y aprobado antes de proceder.
		X		
<i>Presupuesto y Financiación</i>	Puede requerir ajustes de presupuesto basados en cambios en el alcance del proyecto.	Generalmente opera dentro de un presupuesto fijo y bien definido.	Permite una gestión financiera flexible, ajustándose a las necesidades del proyecto.	A pesar de que el costo está definido desde un inicio, se permite que el cliente pueda implementar cambios y otras tareas aumentando el costo sin afectar otras áreas con tal de cumplir con la calidad esperada.
			X	
<i>Cultura Organizacional</i>	Requiere una cultura que valore la adaptabilidad, la innovación y la colaboración.	Se adapta mejor a estructuras organizacionales más rígidas y tradicionales.	Permite a la organización utilizar tanto enfoques ágiles como predictivos según sea necesario.	La estructura de la empresa es rígida y ha sido parte de los problemas por resolver a la hora de tener un crecimiento tan rápido.
		X		

<i>Gestión de Cambios al Alcance</i>	Muy flexible, permite cambios frecuentes y rápidos en el alcance.	Cambios al alcance son menos frecuentes y más rigurosamente controlados.	Permite cambios al alcance con controles, dependiendo de la parte del proyecto y el enfoque utilizado.	Los cambios en el alcance son costumbre en los proyectos de la organización por la naturaleza de estos, pero se trata siempre de evitar o de permitir a la ligera. Siempre se realiza un análisis de impacto en costo y cronograma antes de proceder.
			X	
<i>Entrega de Valor Acelerada o Anticipada</i>	Enfoca en entregas rápidas y frecuentes para maximizar el valor temprano.	La entrega de valor está generalmente al final del proyecto.	Combina entregas rápidas para algunas partes del proyecto con entregas finales para otras.	No existen entregas intermedias para ningún proyecto, más que en algunas excepciones con código de prototipado. El valor se entrega hasta el final de la etapa de verificación.
		X		
<i>Liderazgo y Empoderamiento de las Personas</i>	Promueve el liderazgo compartido y el empoderamiento de los equipos.	Liderazgo más directivo y roles bien definidos.	Balance entre liderazgo directivo y empoderamiento, ajustándose a las necesidades del equipo.	A pesar de ser una estructura rígida, se promueve en los equipos y sus líderes una autonomía y liderazgo que permita alinearse a los valores de la empresa sin
	X			

				perder el control del proyecto; necesitando así un soporte mínimo de los altos mandos.
<i>Control y Seguimiento</i>	Menos formal, con énfasis en la adaptabilidad y respuesta a la retroalimentación	Formal y sistemático, con métricas e hitos claramente definidos.	Utiliza tanto métodos formales como adaptativos según la fase y las necesidades del proyecto.	El control y seguimiento está estructurado en los documentos de procedimientos y se aplica sin excepciones.
		X		

## 9.2 Anexo 2: Resultados de evaluación de Agilidad Empresarial

<i>Agilidad Empresarial</i>		
<i>Aspecto por evaluar</i>	<i>Descripción</i>	<i>Valoración actual</i>
<b>Valor 1</b>	Los individuos y las interacciones por encima de procesos y herramientas.	8
<b>Valor 2</b>	Un software funcional por encima de la documentación extensiva.	8
<b>Valor 3</b>	Colaboración con el cliente por encima de la negociación contractual.	8
<b>Valor 4</b>	Responder ante el cambio sobre seguir un plan.	5
<b>Principio 1</b>	Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente a través de la entrega temprana y continua de software de calidad y que le genere valor.	5
<b>Principio 2</b>	Darles la bienvenida a los requisitos cambiantes, aún en las últimas etapas del desarrollo. Los Procesos ágiles aprovechan el cambio para ofrecerle al cliente una ventaja competitiva.	8
<b>Principio 3</b>	Entregar software funcional con frecuencia (semanas o meses), con preferencia por el corto plazo.	5
<b>Principio 4</b>	Los empresarios y los desarrolladores deben trabajar juntos diariamente durante todo el proyecto.	21
<b>Principio 5</b>	Construir proyectos alrededor de personas motivadas, darles el entorno y el apoyo que necesitan y confiar en ellos para hacer el trabajo.	13
<b>Principio 6</b>	El método más eficiente y eficaz de transmitir información con y dentro de un equipo de desarrollo es tener conversaciones cara a cara.	13

<b>Principio 7</b>	Un software funcional es la medida principal del progreso.	13
<b>Principio 8</b>	Los procesos ágiles promueven un desarrollo sostenible. Los Patrocinadores, desarrolladores y usuarios deben ser capaces de mantener un ritmo constante indefinidamente.	5
<b>Principio 9</b>	La continua atención a la excelencia técnica y el buen diseño mejora la agilidad.	5
<b>Principio 10</b>	Simplicidad: es esencial el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado.	13
<b>Principio 11</b>	Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos que se autoorganizan.	13
<b>Principio 12</b>	Durante intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para así afinar y ajustar su comportamiento según sea necesario.	13
<b>Total</b>	-	156
<b>Porcentaje de Agilidad</b>	-	46%
<b>Conclusión</b>	El nivel de agilidad se encuentra por debajo del 50% siendo un valor esperado por la naturaleza de los proyectos manejados, sus estándares y el historial del método utilizado para gestionar.	

### 9.3 Anexo 3: Síntesis de resultados de aplicación de encuesta

<b>Encuesta General</b>		
<i>Pregunta</i>	<i>Síntesis de respuestas obtenidas</i>	<i>Área</i>
<b><i>¿Podría describir los tipos principales de proyectos que la empresa ejecuta (ej., desarrollo de software, infraestructura, consultoría) y cuál es la duración y el tamaño promedio de estos proyectos?</i></b>	-El desarrollo principal es Verificación de Software, Desarrollo de Software es muy escaso. -Duración promedio estimada: 1 año (aunque es variada). -Tamaño promedio: 6 personas (aunque es variado).	PMO
<b><i>¿Qué metodología o marco de trabajo de gestión de proyectos se utiliza en AVTech (ej., Agile, PMBOK, híbrido) y cómo se adapta a los diferentes tipos de proyectos?</i></b>	-En su mayoría, se utiliza un método basado en PMBOK (simplificado), sin embargo, existen casos en los que se utiliza <i>Agile</i> (no es la norma). -Los casos de <i>Agile</i> son para desarrollo temprano previo a un proceso formal de verificación, además de ser reciente su adopción.	PMO y TL.
<b><i>¿Cómo se asignan los roles y responsabilidades en los proyectos, incluyendo el rol del Project Manager, la definición de requisitos, y la distribución de responsabilidades dentro del equipo técnico?</i></b>	El PM se asigna basado en conocimiento previo (complejidad del proyecto) y disponibilidad (posiblemente el factor más importante). La definición de requisitos se define por el cliente, según en el estándar utilizado y los procedimientos/planes aplicables. Las responsabilidades se definen basadas en experiencia, pero dichas responsabilidades son un gran parte definidas por el líder técnico.	PMO y TL.

<p><b><i>¿Cómo se gestiona la comunicación con los stakeholders (clientes, dirección, otros departamentos) en cuanto al progreso, riesgos y problemas del proyecto?</i></b></p>	<p>-Al inicio, se define un plan de proyecto. En el plan de proyecto se definen la manera de gestionar la comunicación, los riesgos, problemas y los <i>stakeholders</i>. -En su mayoría los proyectos comparten los mismos principios y herramientas para gestionar las distintas áreas, pero se pueden utilizar distintos métodos.</p>	<p>PMO</p>
<p><b><i>¿Cuál es el proceso para gestionar los cambios en el alcance, cronograma o presupuesto de un proyecto?</i></b></p>	<p>-La gestión de cambios (alcance, cronograma o presupuesto) está basada en Análisis de Impacto de Cambios (CIA). -El equipo identifica el cambio, lo evalúa, lo cuantifica , y lo comunica a los stakeholders. Luego de que se obtiene la aprobación, se documenta y se ejecuta. El cambio es documentado en la lista de cambios. -Debería ser siempre basado en un análisis de impacto, con parámetros de cálculo del costo y tiempo.</p>	<p>PMO, Gerentes de proyectos y TL.</p>
<p><b><i>¿Cómo se identifican, evalúan y mitigan los riesgos en los proyectos?</i></b></p>	<p>-Identifican: <i>brainstorming</i>, listas de chequeo, etc. -Evalúan: se ubican en un mapa de calor (severidad y probabilidad). Mitigan: definen acciones para mitigar, aceptar, evitar o transferir los riesgos. -Los resultados de este proceso se comunican a los <i>stakeholders</i> y se documenta en un registro de riesgo.</p>	<p>PMO, Gerentes de proyectos y TL.</p>

	-Los TL y gerentes de proyectos lo ven como un proceso de manera anecdótica y empírica.	
<i>¿Cómo se gestiona la comunicación con los stakeholders (clientes, dirección, otros departamentos) en cuanto al progreso, riesgos y problemas del proyecto?</i>	- Se usa la estructura de las reuniones de seguimiento de estado conjuntas cada semana, o según la frecuencia definida.	Gerentes de proyectos.
<i>¿Qué herramientas de software y plantillas se utilizan para la planificación, seguimiento y comunicación de los proyectos?</i>	- Principalmente MS Excel, MS Project	Gerentes de proyectos y TL.
<i>¿Qué métricas o KPIs se utilizan para medir el éxito de los proyectos?</i>	-CPI, SPI, Expected Estimate at Completion.	Gerentes de proyectos y TL.
<i>¿Qué aspectos de la gestión de proyectos funcionan bien en la empresa y en qué áreas se identifica la mayor oportunidad de mejora?</i>	-Bien: somos capaces de ejecutar proyectos con personas con relativamente poca experiencia. Somos buenos en definir indicadores (tal vez incluso más de los que necesitamos). La comunicación con el cliente es un aspecto fuerte. -Mal: los planes son generalmente muy superficiales. La gestión del riesgo en muchas ocasiones no se hace de manera robusta por lo que algunos riesgos se materializan. Los métodos de control, pero principalmente de monitoreo y proyección podrían fortalecerse, más que	PMO, Gerentes de proyectos y TL.

	todo en estandarizar los procesos y definir las mejores prácticas.	
<b><i>¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta la empresa en la gestión y ejecución de proyectos, incluyendo desviaciones, asignación de recursos y colaboración entre equipos?</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion de cambios con proyeccion de costo y de impacto en tiempos, manejo a tiempo de las ineficiencias detectadas en el rendimiento del equipo asi como de manera individual.</li> <li>- Faltan herramientas más robustas para gestión del riesgo. Falta más experiencia para lograr prevenir los problemas y ser menos reactivos.</li> </ul>	PMO, Gerentes de proyectos y TL.

#### 9.4 Anexo 4: Síntesis de resultados de caracterización de proyectos.

<i>Ficha caracterización de proyectos</i>		<i>Ficha #: 4</i>	
<p>Objetivo:</p> <p>Identificar el enfoque aplicado en la gestión del proyecto y determinar las áreas en las que podrían haberse implementado prácticas alternativas más adecuadas a las características y necesidades específicas del mismo.</p>			
<p>Nombre del proyecto:</p> <p>Proyecto 4, 2 y 9. Se agrupan por su similitud de gestión.</p>			
<b>Caracterización</b>			
<i>Aspecto por evaluar</i>	<i>Ágil</i>	<i>Predictivo</i>	<i>Híbrido</i>
<p><b>Naturaleza de los requisitos:</b> Se analiza la flexibilidad y estabilidad de los requisitos del proyecto, con el fin de determinar su susceptibilidad a modificaciones posteriores o su nivel de definición en las fases iniciales.</p>	<p>No se encontré evidencia.</p>	<p>Los requerimientos se definen desde el inicio del proyecto.</p>	<p>Algunos requerimientos tienen flexibilidad para cambiar, pero no lo vuelve híbrido.</p>
<p><b>Entorno del proyecto:</b> El proyecto manifiesta una mayor adecuación a contextos de naturaleza dinámica o estable, en consonancia con las características del entorno en el que se implementa.</p>	<p>No se encontré evidencia.</p>	<p>El proyecto se centra en naturaleza estable.</p>	<p>Posee algunas características dinámicas, especialmente al inicio del proyecto.</p>
<p><b>Stakeholders y su participación:</b> El grado de colaboración y compromiso que se demanda de los interesados (<i>stakeholders</i>) a lo largo del ciclo de vida del proyecto, así como la evaluación de su influencia en el desarrollo y los resultados del mismo.</p>	<p>Los <i>stakeholders</i> siempre están presentes e informados.</p>	<p>No se encontré evidencia.</p>	<p>El cliente en algunas ocasiones no participa hasta que cierta meta es alcanzada.</p>

<b>Riesgos e incertidumbres:</b> Se caracteriza el tipo de riesgos que el proyecto confronta y se evalúa su capacidad para gestionar incertidumbres, determinando si el enfoque se adapta de manera más efectiva a riesgos emergentes o a aquellos de naturaleza predecible.	No se encontró evidencia.	Los riesgos se manejan según el procedimiento predictivo y reactivo.	No se encontró evidencia.
<b>Complejidad del proyecto:</b> Se evalúa el grado de complejidad inherente al proyecto, considerando si su naturaleza demanda la adopción de soluciones innovadoras o si, por el contrario, puede ser abordado de manera eficiente mediante la aplicación de procesos y metodologías probadas.	Existe posibilidad de implementar nuevas soluciones.	El método actual funciona con sus limitantes conocidas.	Un método híbrido está comenzando a ser utilizado de manera indirecta.
<b>Plazos y cronograma:</b> Se analiza la flexibilidad de las restricciones temporales del proyecto, determinando si su naturaleza admite ajustes en el cronograma o si requiere la observancia de plazos de entrega estrictos.	No se encontró evidencia.	El plazo se establece desde el inicio y es estricto.	Algunas veces se introducen cambios, pero no lo hace híbrido.
<b>Presupuesto y financiación:</b> Se examina el modelo de financiamiento del proyecto, determinando si está sujeto a restricciones presupuestarias fijas o si posee la flexibilidad necesaria para acomodar ajustes derivados de cambios en su alcance.	No se encontró evidencia.	Poseen altas restricciones presupuestarias.	Existen cambios en el presupuesto, pero por el tipo de contrato y no la metodología.
<b>Cultura organizacional:</b> Se analiza la cultura organizacional, determinando si el proyecto es más viable en contextos que valoran la innovación o en aquellos	Los equipos son autosuficientes	Existe la estructura formal en el	La diferencia entre la estructura y su implementación

caracterizados por estructuras más formales y menos flexibles.	es y motivados.	procedimiento .	n generan características híbridas.
<b>Gestión de cambios al alcance:</b> Se evalúa la aptitud del proyecto para manejar cambios en el alcance, analizando si estos se presentan con alta frecuencia y flexibilidad o si su gestión se caracteriza por un control estricto.	No se encontró evidencia.	El alcance se maneja de manera estricta, cada cambio se reporta, aprueba y estudia sus efectos.	No se encontró evidencia.
<b>Entrega de valor acelerada o anticipada:</b> Se define la estrategia de entrega de valor del proyecto, especificando si se enfoca en la liberación progresiva y continua en etapas tempranas de su ciclo de vida o si, por el contrario, la entrega substancial se realiza predominantemente al finalizar este.	No se encontró evidencia.	El proceso estricto no permite entregar en incrementos.	No se encontró evidencia.
<b>Liderazgo y empoderamiento de las personas:</b> Se caracteriza el tipo de liderazgo que mejor se adapta a la naturaleza del proyecto, contrastando entre un liderazgo distribuido que fomenta la autonomía del equipo y un liderazgo más centralizado y jerárquico.	El equipo es empoderado y con liderazgo.	Existe la estructura formal en el procedimiento .	La diferencia entre la estructura y su implementación generan características híbridas.
<b>Control y seguimiento:</b> Se analiza el modelo de supervisión y control del proyecto, determinando si se centra en la	Existe retroalimentación	Las métricas y formas de seguimiento	Existen un ambiente que

<p>retroalimentación constante y adaptativa o si se fundamenta en un monitoreo formal basado en hitos y procedimientos estandarizados.</p>	<p>constante pero no para cambiar, sino para desempeño.</p>	<p>están definidas.</p>	<p>combina ambas opciones.</p>
<p><b>Conclusión</b></p>	<p>Los proyectos se manejan de una manera formalmente predictiva, pero existen tendencias hacia un modelo híbrido que se va asomando lentamente de manera indirecta.</p>		