

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



Plan de gestión para el proyecto: Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa *Got Trash Dumpster Rental*

**Proyecto Final de Graduación para optar por el título de  
Máster en Gerencia de Proyectos en el énfasis de proyectos en tecnología de  
información con el grado académico de Maestría**

Realizado por:  
Laura Patricia Quesada Marín

Cartago, Febrero, 2025

## **DEDICATORIA**

A Dios, porque con su inmenso amor me ha dado todo lo necesario para llegar a hasta aquí.

A mi madre Norma, que es el mejor ejemplo de superación y perseverancia que existe en el mundo. Quien me ha empoderado y me ha criado para continuar el legado de mujeres profesionales que ella inició. Con quien muchas noches me identifiqué haciendo este proyecto, recordando cómo hizo sus tesis, con la determinación y la excelencia que la caracteriza, y recordando que desde entonces ya la admiraba y soñaba ser como ella.

A mi hija Sofía quien me ha acompañado desde sus 4 meses de vida en este viaje y a mi hija Paula que aún se gesta en mi vientre. Quienes me recordarán cuando sea demasiado mayor que este logro es por ellas, para que también yo sea su ejemplo a seguir, así como mi madre lo ha sido para mí. Ustedes son mi mayor orgullo e inspiración.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi esposo Ronald que siempre me motiva a ser mejor, mi apoyo incondicional y a quien admiro profundamente a nivel profesional y personal.

A mi hermano Eddy quien me ha ayudado muchísimo y ha confiado en mi para realizar este gran proyecto en su empresa.

A mis hermanas Adriana y Wendolyn que siempre han estado ahí para apoyarme, darme ánimos, hacerme reír o llorar conmigo.

A mi profesor Roberto Santamaría quien con su gran pasión por enseñar y su deseo de formar con excelencia a sus estudiantes me ha inspirado a dar lo mejor de mí y ha hecho valiosos aportes a este trabajo.

A mi profesor Ludbyg Novo quien me han motivado, asistido y guiado en todo este proceso con gran su disponibilidad y conocimiento.

## EPÍGRAFE

*“La educación es el gran motor del desarrollo personal. Es el arma más poderosa para  
cambiar el mundo”*

Nelson Mandela

## 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>viii</i></b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b><i>x</i></b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b><i>xi</i></b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b><i>xiii</i></b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b><i>xiv</i></b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b><i>xv</i></b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b><i>1</i></b>
<b>Capítulo 1 Generalidades de la investigación.....</b>	<b><i>3</i></b>
<b>1.1 Marco de referencia organizacional.....</b>	<b><i>3</i></b>
1.1.1 Caracterización de la empresa.....	<i>3</i>
1.1.2 Historia y evolución.....	<i>3</i>
1.1.3 Estructura y marco estratégico.....	<i>4</i>
1.1.4 Proyectos en la organización.....	<i>3</i>
<b>1.2 El problema y su impacto.....</b>	<b><i>10</i></b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b><i>16</i></b>
1.3.1 Objetivo general.....	<i>16</i>
1.3.2 Objetivos específicos.....	<i>17</i>
<b>1.4 Alcance y limitaciones.....</b>	<b><i>17</i></b>
1.4.1 Alcance.....	<i>17</i>
1.4.2 Limitaciones.....	<i>26</i>
<b>Capítulo 2 Marco teórico.....</b>	<b><i>27</i></b>
<b>2.1 Fundamentos de gestión de proyectos.....</b>	<b><i>27</i></b>

2.1.1	Definición de proyecto .....	27
2.1.2	Gestión de proyectos .....	28
2.1.3	Proyectos de desarrollo de software.....	32
<b>2.2</b>	<b>Enfoques de desarrollo de proyectos .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3</b>	<b>Ciclos de vida .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4</b>	<b>Marcos de trabajo ágiles .....</b>	<b>38</b>
2.4.1	Scrum .....	38
2.4.2	Kanban.....	42
2.4.3	Estimación de proyectos ágiles.....	44
2.4.4	Métricas e indicadores de desempeño en proyectos ágiles .....	46
<b>2.5</b>	<b>Herramientas tecnológicas .....</b>	<b>47</b>
2.5.1	Herramientas de desarrollo y control de calidad .....	48
2.5.2	Herramientas de comunicación y colaboración .....	50
2.5.3	Herramientas de gestión de proyectos.....	51
<b>Capítulo 3 Marco metodológico.....</b>		<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Categorías de la investigación.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2</b>	<b>Población y muestra – Sujetos de investigación .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3</b>	<b>Fuentes de información.....</b>	<b>56</b>
<b>3.4</b>	<b>Técnicas y herramientas para la recopilación de datos.....</b>	<b>58</b>
3.4.1	Entrevista semi-estructurada.....	58
3.4.2	Observación directa.....	60
3.4.3	Revisión bibliográfica .....	61
3.4.4	Filtros de idoneidad para modelos de gestión.....	62
<b>3.5</b>	<b>Procesamiento y productos de la investigación .....</b>	<b>63</b>
3.5.1	Productos de la investigación.....	65
3.5.2	Técnicas de procesamiento .....	68
<b>Capítulo 4 Análisis de Resultados.....</b>		<b>74</b>
<b>4.1</b>	<b>Análisis de requisitos y generalidades del proyecto.....</b>	<b>74</b>
4.1.1	Análisis de la entrevista .....	74
4.1.2	Análisis de la observación directa .....	82

4.2	<b>Análisis de los enfoques de ciclo de vida</b> .....	<b>85</b>
4.2.1	Filtros de idoneidad y juicio experto.....	85
4.3	<b>Buenas prácticas de gestión</b> .....	<b>88</b>
4.4	<b>Análisis integral</b> .....	<b>98</b>
<b>Capítulo 5 Propuesta de Solución</b> .....		<b>99</b>
5.1	<b>Ciclo de vida, roles y responsabilidades</b> .....	<b>99</b>
5.2	<b>Procesos y actividades</b> .....	<b>103</b>
5.3	<b>Plan de gestión</b> .....	<b>106</b>
5.3.1	Objetivo .....	106
5.3.2	Gestión de la integración.....	106
5.3.3	Gestión del alcance.....	119
5.3.4	Gestión del tiempo.....	135
5.3.5	Gestión de costos .....	145
5.3.6	Gestión de calidad.....	154
5.3.7	Gestión de los interesados y las comunicaciones .....	158
5.3.8	Gestión de riesgos.....	167
5.3.9	Gestión de cambios .....	174
5.4	<b>Cierre del proyecto</b> .....	<b>176</b>
5.4.1	Reunión de cierre.....	176
5.4.2	Firma del informe de cierre .....	177
5.4.3	Entrega de documentación, accesos y código fuente .....	177
<b>Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones</b> .....		<b>178</b>
6.1	<b>Conclusiones</b> .....	<b>178</b>
6.2	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>179</b>
<b>Capítulo 7 Referencias bibliográficas</b> .....		<b>181</b>
<b>Capítulo 8 Apéndices</b> .....		<b>183</b>
8.1	<b>Apéndice A: Acta de constitución - Project Charter</b> .....	<b>183</b>
8.2	<b>Apéndice B: Documento de definición de requisitos</b> .....	<b>192</b>
8.3	<b>Apéndice C: Product backlog priorizado</b> .....	<b>201</b>

8.4	Apéndice D: Entrevista semi estructurada .....	212
8.5	Apéndice E: Observación directa .....	214
8.6	Apéndice F: Revisión bibliográfica .....	215
8.7	Apéndice G: Filtros de idoneidad .....	215
8.9	Apéndice H: Desglose y estimación de tareas .....	217
8.8	Apéndice I: Plantilla de Seguimiento y Control.....	228
8.9	Apéndice J: Plantilla Informe de cierre.....	229
<b>Capítulo 9 Anexos .....</b>		<b>231</b>
9.1	Anexo 1: Registro observaciones directas .....	231
9.2	Anexo 2: Resultado de las entrevistas.....	233

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Organigrama de la empresa.....	6
<b>Figura 2.1</b> Enfoques de desarrollo.....	34
<b>Figura 2.2</b> Ciclo de vida predictivo.....	35
<b>Figura 2.3</b> Ciclo de vida incremental.....	36
<b>Figura 2.4</b> Ciclo de vida adaptativo.....	36
<b>Figura 2.5</b> Flujo de scrum para un sprint.....	42
<b>Figura 2.6</b> Tablero Kanban .....	44
<b>Figura 2.7</b> Uso de herramientas colaborativas según IPMA.....	50
<b>Figura 2.8</b> Uso de software de gestión de proyectos según IPMA.....	51
<b>Figura 3.1</b> Etapas del proceso de investigación .....	64
<b>Figura 4.1</b> Gráfico de conocimientos tecnológicos.....	77
<b>Figura 4.2</b> Gráfico nivel de involucramiento entrevistados .....	79
<b>Figura 4.3</b> Diagrama de flujo del de operaciones principales.....	84
<b>Figura 4.4</b> Gráfico porcentual puntuación obtenida para cada tipo de enfoque .....	85
<b>Figura 4.5</b> Gráfico de radar con las áreas evaluadas .....	86
<b>Figura 5.1</b> Diagrama del ciclo de vida.....	102
<b>Figura 5.2</b> Acta de Constitución .....	108
<b>Figura 5.3</b> Estrategia de integración híbrida.....	110
<b>Figura 5.4</b> Elementos del backlog.....	128
<b>Figura 5.5</b> Product Backlog - Jira .....	132
<b>Figura 5.6</b> Visualización tablero Kanban - Jira .....	133
<b>Figura 5.7</b> Roadmap del proyecto .....	139
<b>Figura 5.8</b> Herramienta de Planning Poker.....	141
<b>Figura 5.9</b> Release Plan - Jira .....	143
<b>Figura 5.10</b> Plantilla Control y Seguimiento - Simulación.....	149
<b>Figura 5.11</b> Gráfico costo acumulado real vs planeado .....	150
<b>Figura 5.12</b> Gráfico variación de costo por iteración.....	151

<b>Figura 5.13</b> Diagrama medidas correctivas.....	154
<b>Figura 5.15</b> Matriz de interesados.....	161
<b>Figura 5.16</b> Priorización de riesgos en el product backlog.....	167
<b>Figura 5.17</b> Matriz de riesgos del proyecto.....	172
<b>Figura 5.18</b> Mapa de calor de riesgos por sprint.....	173
<b>Figura 5.19</b> Gráfico evolución de riesgos del proyecto .....	174

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Costos y deficiencias detectadas en los proyectos ejecutados.....	14
<b>Tabla 1.2</b> Porcentaje de sobrecostos por proyecto.....	16
<b>Tabla 3.1</b> Codificación por categorías.....	70
<b>Tabla 3.2</b> Codificación por tema .....	70
<b>Tabla 3.3</b> Tabulación de datos.....	72
<b>Tabla 3.4</b> Triangulación de datos.....	72
<b>Tabla 3.5</b> Análisis de datos .....	73
<b>Tabla 4.1</b> Resumen de información recolectada en la entrevista.....	81
<b>Tabla 5.2</b> Costo base del producto.....	147
<b>Tabla 5.3</b> Consolidado de costos.....	148
<b>Tabla 5.4</b> Métricas o indicadores base .....	149

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.1</b> Descripción de roles, responsabilidades y perfil de colaboradores.....	1
<b>Cuadro 1.2</b> Resumen de proyectos ejecutados.....	6
<b>Cuadro 3.1.</b> Categorías de la investigación.....	54
<b>Cuadro 3.2</b> Sujetos de estudio.....	55
<b>Cuadro 3.3</b> Fuentes de información primarias.....	57
<b>Cuadro 3.4</b> Fuentes de información secundarias.....	58
<b>Cuadro 3.5</b> Comparativa marcos de trabajo/enfoques de desarrollo.....	73
<b>Cuadro 4.1</b> Resumen de aspectos más importantes del proyecto.....	87
<b>Cuadro 4.2</b> Comparativa de marcos de trabajo/enfoques de desarrollo de software.....	90
<b>Cuadro 4.3</b> Ventajas y desventajas de los marcos de trabajo considerados.....	92
<b>Cuadro 4.4</b> Matriz de adaptabilidad de marcos de trabajo/enfoques de desarrollo.....	95
<b>Cuadro 5.1</b> Matriz de procesos y actividades.....	103
<b>Cuadro 5.2</b> Herramientas tecnológicas propuestas.....	113
<b>Cuadro 5.3</b> Métricas e indicadores de control del proyecto.....	115
<b>Cuadro 5.4</b> Métricas y herramientas de control del alcance.....	135
<b>Cuadro 5.5</b> Release Plan.....	143
<b>Cuadro 5.6</b> Métricas de control del tiempo.....	144
<b>Cuadro 5.7</b> Costo por recurso.....	146
<b>Cuadro 5.8</b> Métricas de control de costos.....	152
<b>Cuadro 5.9</b> Estrategias de calidad.....	155
<b>Cuadro 5.10</b> Métricas de control de calidad.....	157
<b>Cuadro 5.11</b> Interesados.....	158
<b>Cuadro 5.12</b> Matriz de coMAtmunicación.....	163
<b>Cuadro 5.13</b> Riesgos, causas e impacto.....	168
<b>Cuadro 5.14</b> Límites de tolerancia.....	169
<b>Cuadro 5.15</b> Escala de probabilidad de riesgo.....	169
<b>Cuadro 5.16</b> Escala de impacto de riesgo.....	170

**Cuadro 5.17** *Matriz Probabilidad X Impacto* ..... 170

## LISTA DE ABREVIATURAS

**MVP:** Minimum Viable Product.

**PMBOK®:** Project Management Body of Knowledge.

**PMI®:** Project Management Institute.

**QA:** Quality Assurance

**SLA:** Service Level Agreement

**SME:** Small and Medium-sized Enterprise.

**SP:** Story Point

**TI:** Tecnologías Información.

**UH:** User Story

**UX:** User Experience

**WIP:** Work In Progress.

## RESUMEN

Esta investigación realizada en la empresa *Got Trash Dumpster Rental*, una empresa dedicada a la gestión y alquiler de contenedores para residuos. Esta investigación tiene como objetivo la propuesta de un plan de gestión para el desarrollo de un sistema informático para administrar eficientemente sus operaciones y logística mediante el rastreo y la gestión de contenedores. La empresa históricamente ha enfrentado sobrecostos en la ejecución de proyectos operativos debido a una deficiente planificación y la falta de conocimiento en materia de gestión de proyectos. En este contexto y debido a la importancia estratégica que tiene el desarrollo de este proyecto, se propone la creación de un plan de gestión adaptado a las características propias del proyecto y de la organización.

Inicialmente se realiza una caracterización exhaustiva del proyecto para comprender las necesidades de la organización y el flujo de procesos operativos, para posteriormente realizar el levantamiento de requisitos y con ello determinar el alcance del proyecto.

A continuación, se determina el ciclo de vida del proyecto, eligiendo un enfoque híbrido que combina elementos ágiles y predictivos para brindar la flexibilidad y adaptabilidad necesarias durante el desarrollo de software, pero que a la vez permita realizar un control riguroso en términos de alcance, costo, tiempo y calidad. En esta fase del proyecto también se definen los procesos, herramientas y buenas prácticas sugeridos para la gestión del proyecto.

Todo lo anterior se utiliza como fundamento para posteriormente proponer un plan de gestión detallado que incluye planes subsidiarios para cada aspecto clave del proyecto, los cuales se utilizarán como guía para planificar, ejecutar, monitorear y cerrar el proyecto con éxito.

Finalmente se realizan una serie de conclusiones y recomendaciones entre las que destacan las mejores prácticas para la gestión de proyectos en el contexto de la empresa, que pueden aplicarse a este proyecto, así como otras recomendaciones generales. Esto con el fin de guiar la toma de decisiones en el futuro y garantizar el éxito continuo de este proyecto o de proyectos similares.

### **Palabras Clave:**

Administración de proyectos, proyecto, enfoque híbrido, ciclo de vida, plan de gestión, desarrollo de software

## ABSTRACT

This research was conducted at Got Trash Dumpster Rental, a company dedicated to the management and rental of waste containers. The objective of this study is to propose a management plan for the development of an information system to efficiently manage its operations and logistics. The company has historically faced cost overruns in the execution of operational projects due to poor planning and a lack of knowledge in project management. In this context, and given the strategic importance of this project, it is proposed to create a management plan tailored to the specific characteristics of the project and the organization.

It begins with a thorough characterization of the project to help understand the organization's needs and the flow of its operational processes. Then it is followed by a process of requirements gathering, which helps to define the project scope.

Next, the project lifecycle is determined, choosing a hybrid approach combining agile and predictive elements to ensure the flexibility and adaptability required during software development, while at the same time allowing rigorous control over scope, cost, time, and quality. In this phase of the project, the processes, tools and good practices suggested for the management of this project are also defined.

All the above serves as the foundation for proposing a detailed management plan, which includes subsidiary plans for each key aspect of the project. These plans will be used as a guide to plan, execute, monitor, and successfully close the project.

Finally, a series of conclusions and recommendations are presented, highlighting the best practices for project management within the company's context, which can be applied to this project, as well as other general recommendations. This is aimed at guiding future decision-making and ensuring the continued success of this project or similar ones.

### **Key Words:**

Project Management, hybrid approach, project lifecycle, management plan, software development.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolla con el fin de proponer un plan de gestión para que la empresa *Got Trash Dumpster Rental*, gestione un proyecto estratégico de desarrollo de software que mejore sus operaciones y logística.

La importancia de la realización de este trabajo final de graduación radica en que la empresa necesita asegurar el éxito del proyecto y no cuenta con los conocimientos en gestión de proyectos y en desarrollo de software para gestionarlo. Es fundamental para la organización gestionar correctamente este proyecto, ya que su ejecución permitirá alcanzar objetivos estratégicos relacionados con la reducción de sobrecostos operativos, que de no cumplirse podrían causar que la empresa deje de ser rentable para su propietario.

Este documento está estructurado en varios capítulos, cada uno abordando una parte fundamental de la investigación.

El primer capítulo contiene las generalidades del proyecto incluyendo una pequeña caracterización de la empresa, su marco estratégico y problema y su impacto, con el objetivo de dar al lector un contexto de la empresa y el proyecto. También contiene los objetivos, alcance y limitaciones del presente estudio.

El segundo capítulo se desarrolla el marco teórico donde se exponen los fundamentos y la teoría más relevante obtenida de la revisión de la literatura necesaria para la realización del estudio.

Por su parte el tercer capítulo aborda el marco metodológico, donde se detalla la metodología utilizada para lograr los productos de los objetivos específicos planeados, tales como las categorías de estudio, las fuentes de información y las técnicas de procesamiento de la información.

El cuarto capítulo contiene el análisis completo donde se interpretan los resultados de la aplicación de herramientas y técnicas propuestas en el tercer capítulo.

El quinto capítulo propone una solución robusta para el problema planteado, donde se planifican todos los aspectos necesarios para realizar una gestión adecuada del proyecto en cuestión. En esta sección también se encuentran las herramientas de gestión y la estrategia de monitoreo y control que deben ser implementadas durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Por último, en el sexto capítulo se plantea una serie de conclusiones y recomendaciones derivadas del desarrollo del presente estudio, las cuales están enfocadas en mejorar la gestión del proyecto en cuestión, así como de proyectos futuros en los que sean aplicables.

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

En este capítulo se explica el contexto de la empresa donde se realiza el presente proyecto. Se profundiza en la descripción y evolución de la empresa para proporcionar contexto acerca del tipo de industria a la que pertenece, su marco estratégico, los tipos de proyectos que normalmente ejecuta y el problema que enfrenta, el cual se abordará en este proyecto, así como sus respectivos objetivos, alcance y limitaciones.

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

A continuación, se brinda una breve caracterización de la empresa y un resumen de su historia y evolución.

#### ***1.1.1 Caracterización de la empresa.***

La empresa *Got Trash Dumpster Rental* ubicada en *Dayton, Ohio* se dedica al alquiler de contenedores conocidos como *dumpsters*, los cuales se utilizan para la recolección y eliminación de desechos.

Estos contenedores son alquilados por personas o empresas que necesitan deshacerse de una cantidad significativa de residuos, debido a que las regulaciones ambientales del estado exigen una licencia especial de manejo de residuos para poder llevar desechos a un vertedero, por esta razón, existe la necesidad de contratar una empresa que se encargue de ello.

Cuando los contenedores son alquilados, la empresa los lleva hasta la dirección indicada y son colocados en la propiedad o zona de parqueo del cliente, y permanecen ahí por la cantidad de días contratados. Una vez que el contenedor se llena o se cumple el tiempo de alquiler, la empresa recolecta el contenedor con sus camiones y lo transporta al vertedero, que cobra una tarifa por cada contenedor de basura depositado.

#### ***1.1.2 Historia y evolución.***

El propietario de la empresa *Got Trash* inició este negocio como un “negocio secundario” ya que anteriormente se dedicaba al negocio de mecánica automotriz y servicio de grúas.

Posteriormente empezó a adquirir algunos camiones que pensaba reparar y vender, pero cerca del 2007 empezó a notar que existía una oportunidad de negocio en la recolección de

desechos comerciales y residenciales, donde podía darles un mejor uso a esos camiones que pensaba vender.

Entonces nació la idea de empezar a alquilar los contenedores de desecho con el objetivo de ser socio comercial de muchos de sus amigos que eran propietarios de negocios que producían gran cantidad de desechos. Estas empresas se dedicaban a la remodelación y construcción, reconstrucción de techos, jardinería, poda de árboles, talleres de llantas e incluso bienes raíces, pero todos tenían falta de proveedores de contenedores para los escombros resultantes después de la realización de sus trabajos.

Inicialmente el negocio comenzó operando con 3 contenedores y 1 camión, y con el pasar de los años fue creciendo la flotilla de vehículos y de contenedores, actualmente la empresa cuenta con 31 contenedores de 14 y 20 yardas de capacidad y 9 camiones para la movilización de los contenedores.

En sus inicios, la empresa operaba de manera informal y con el propietario a cargo de toda la parte operativa, hoy en día, la empresa cuenta con 9 colaboradores y está oficialmente inscrita cumpliendo con todas las regulaciones y obligaciones de ley.

En la actualidad la empresa está categorizada como *Small and Medium-sized Enterprise* (SME) que es lo equivalente a una PYME y mantiene alianzas comerciales con más de 15 empresas dedicadas a diferentes sectores empresariales.

### ***1.1.3 Estructura y marco estratégico.***

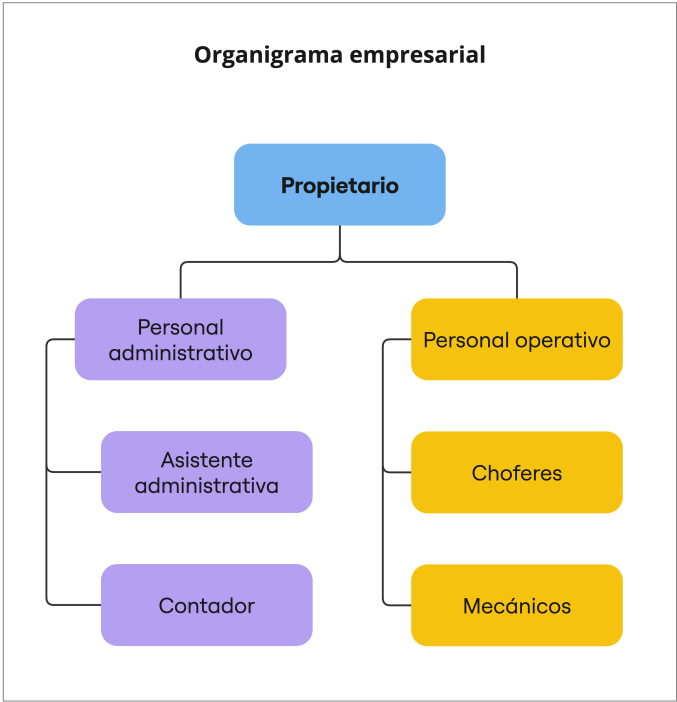
A continuación, se presenta la estructura organizacional de la empresa *Got Trash*.

#### **1.1.3.1 Estructura organizacional.**

En la

**Figura 1.1** Organigrama de la empresa, se presenta una ilustración que refleja el organigrama actual de la empresa.

**Figura 1.1** Organigrama de la empresa



**Nota:** Elaboración propia basada en información proporcionada por la empresa.

Como se muestra en la

**Figura 1.1** Organigrama de la empresa, la empresa es pequeña (menos de diez colaboradores), cada uno de ellos tiene un rol definido y cumple con responsabilidades específicas. A continuación, en el

**Cuadro 1.1** se detallan cada uno de los roles, las responsabilidades y el perfil/formación de cada uno de los colaboradores.

**Cuadro 1.1** Descripción de roles, responsabilidades y perfil de colaboradores

<b>Rol</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Perfil/Formación</b>
<b>Propietario</b>	Encargado de la logística de alquiler de contenedores. Coordina las actividades diarias con el resto del equipo.	Técnico en mecánica automotriz, especialista en electromecánica, enderezado y pintura. Certificaciones y licencias manejo de desechos.
<b>Asistente administrativa</b>	Encargada de atención de clientes, pago a choferes y facturación de clientes.	Conocimiento avanzado en secretariado, conocimiento de sistemas informáticos y de facturación.
<b>Contador</b>	Encargado de la contabilidad y el pago de impuestos	Contador especializado en manejo de contabilidad para pequeñas empresas.
<b>Mecánico 1</b>	Encargado de dar mantenimiento y realizar reparaciones a los camiones.	Técnico en mecánica de precisión
<b>Mecánico 2</b>	Encargado de dar mantenimiento y reparar los contenedores.	Técnico en enderezado, pintura y soldadura.
<b>Chofer 1</b>	Encargado de manejar los camiones que movilizan los contenedores, en ocasiones realiza trabajos de mecánica básica.	Chofer de maquinaria pesada con certificación en manejo de residuos. Conocimientos mecánicos básicos.
<b>Chofer 2</b>	Encargado de manejar los camiones que movilizan los contenedores.	Chofer de maquinaria pesada y grúas con certificación en manejo de residuos.
<b>Chofer 3</b>	Encargado de manejar los camiones que movilizan los contenedores.	Chofer de maquinaria pesada con certificación en manejo de residuos.
<b>Chofer 4</b>	Chofer suplente.	Chofer de maquinaria pesada con certificación en manejo de residuos.

**Nota:** Elaboración propia basada en información proporcionada por la empresa.

A continuación, se presenta el marco estratégico de la organización.

### **1.1.3.2 Marco estratégico**

En las siguientes secciones se exponen la misión, visión y valores definidos en la organización desde su fundación, así como los objetivos que se renovaron recientemente.

- **Misión**

Brindar soluciones eficientes y ambientalmente responsables para la recolección y eliminación de desechos, a través del alquiler de contenedores de alta calidad. Nuestro compromiso es proveer un servicio rápido, confiable y asequible a nuestros clientes en *Dayton, Ohio*.

- **Visión**

Ser la empresa líder en la industria de alquiler de contenedores de residuos en la ciudad de *Dayton* y destacarnos por ofrecer un excelente servicio al cliente y los mejores precios. Soñamos con expandir nuestra presencia en otras ciudades del estado de Ohio y establecer nuevas alianzas comerciales con diferentes sectores empresariales que tienen la necesidad continua de recolección de desechos.

- **Valores**

- **Compromiso con el cliente:** Nos esforzamos cada día por brindar el mejor servicio al cliente y procuramos satisfacer todas sus necesidades de manera oportuna.
- **Trabajo en Equipo:** Impulsamos un ambiente de colaboración y respeto entre nuestros colaboradores, ya que somos conscientes de que el éxito de nuestra empresa depende de un buen trabajo en equipo.
- **Integridad:** Nos caracterizamos por ser transparentes y honestos en todas nuestras actividades comerciales, procuramos construir excelentes relaciones de confianza con clientes y colaboradores.
- **Responsabilidad ambiental:** Promovemos la sostenibilidad ambiental y aseguramos que los desechos sean manejados de manera segura y responsable, minimizando el impacto ambiental.

- **Objetivos estratégicos**

1. Reducir las pérdidas económicas asociadas a deficiencias operativas en un 70% para el año 2026.

2. Desarrollar un sistema para gestionar el alquiler y rastreo de contenedores en los próximos 12 meses.
3. Alcanzar un índice de satisfacción del cliente de un 90% en los próximos 2 años.
4. Establecer al menos 3 nuevas alianzas con socios comerciales en los próximos 2 años.

#### ***1.1.4 Proyectos en la organización.***

La organización se dedica mayoritariamente a la parte operativa, y el tipo de proyectos que ejecuta generalmente incluyen: expansión de servicios, compra y mantenimiento de activos.

**Proyectos de expansión de servicios:** Son proyectos que tienen como objetivo brindar un nuevo servicio al público. Por lo general estos proyectos atienden a una necesidad de mercado que la empresa ha detectado y sus actividades principales son compra de nuevos contenedores o camiones, el acondicionamiento del plantel para almacenar contenedores, solicitud de modificación de patentes de operación, análisis de precios en el mercado y estimación del margen de ganancia para establecer una tarifa para el nuevo tipo de servicio y labores de difusión de la nueva oferta de servicio que la empresa ofrece (cambios en la página web, material impreso, imágenes de redes sociales, envío de correos a clientes frecuentes).

**Compra de activos:** Este tipo de proyecto tiene como objetivo la compra de activos para la empresa. Normalmente se trata de activos necesarios para el plantel o para las operaciones diarias, por ejemplo, la compra de lotes de contenedores para reemplazar los que se han dañado.

**Mantenimiento de activos:** Cada cierto tiempo la empresa realiza la evaluación de los activos, especialmente contenedores y camiones para determinar cuáles se encuentran en buen estado, cuáles necesitan labores de mantenimiento y cuáles deben ser reemplazados. También se realizan este tipo de proyectos después de desastres naturales que ocasionan daños a los contenedores que se encontraban en alquiler. Los que necesitan mantenimiento se sacan de operación y se les da mantenimiento, y posteriormente deben aprobar una inspección. Para estas labores de mantenimiento generalmente se subcontrata una empresa especializada.

Estos proyectos no son muy frecuentes, como se puede apreciar en el

**Cuadro 1.1** en la mayoría de los casos se realiza uno por año y en algunos años no hay proyectos, sin embargo, estos proyectos son muy importantes para la empresa ya que responden a oportunidades o necesidades detectadas que generan valor para la organización.

La empresa no cuenta con un portafolio de proyectos, sino que estos surgen por necesidades específicas. Además, la empresa no tiene ningún recurso capacitado en gestión de proyectos, por lo tanto, se gestionan de manera empírica conforme surgen.

A continuación, en el

**Cuadro 1.2** se recopilan los proyectos que se han ejecutado a lo largo del tiempo en la empresa. Este cuadro no es un portafolio, sino que se recopiló y ordenó la información para la presentación en este trabajo.

**Cuadro 1.2** Resumen de proyectos ejecutados

ID	Año/Proyecto	Descripción
P-001	2007: Puesta en marcha y lanzamiento del servicio primer servicio: “Alquiler de contenedores para desechos comerciales y residenciales”	Compra del primer camión y los primeros 3 contenedores para iniciar operaciones. Se obtienen los permisos necesarios para operar y la licencia especial de manejo de residuos. Se contrata el primer chofer y se certifica en manejo de residuos.
P-002	2008: Lanzamiento del servicio: “Alquiler de contenedores para construcción”	Era necesario comprar nuevos contenedores para brindar el servicio de contenedores para residuos de construcción, por lo tanto, se adquirieron 5 contenedores más.
P-003	2009: Expansión de flota vehicular	Se compran 3 camiones más en una subasta, posteriormente inicia un proceso de pintura, cambio de llantas y modificación de acoples para que se adapten a los contenedores que se compran en el 2008.
P-004	2012: Diseño de imagen e inscripción de marca.	Se contrata una empresa de diseño para que diseñe la identidad visual de la empresa, así como el manual de marca para poder registrar la empresa ante entidades gubernamentales. Después de la ejecución de este proyecto la empresa ya empieza a ser una empresa formal inscrita ante el <i>Internal Revenue Service</i> (IRS) que es el ente encargado de la recaudación de impuestos.
P-005	2014: Lanzamiento del servicio “Alquiler de contenedores para escombros grandes”	Se adquieren 2 contenedores de 20 yardas, para poder ofrecer el servicio de movilización de escombros grandes como sillones, refrigeradoras, muebles, mesas de billar, etc..
P-006	2016: Lanzamiento del servicio: “Alquiler de contenedores para llantas de desecho”	Se certifican los choferes en manejo de residuos de tipo llanta, así como manejo de reciclaje y se adquieren 2 contenedores más.
P-007	2018: Lanzamiento de servicio: “Alquiler de contenedores rodantes”	Se adquieren 3 contenedores rodantes (con llantas incorporadas) para poder ofrecer este tipo de contenedor a clientes que requieren este tipo de contenedor específico.

ID	Año/Proyecto	Descripción
P-008	2019: Expansión de flota vehicular	Se adquieren 2 camiones más para poder movilizar la flota de contenedores que se ha ido ampliando en el tiempo. Este proyecto fue de los más exitosos que se han ejecutado porque los camiones eran nuevos y se compraron directamente con el fabricante y se obtienen beneficios que normalmente no se tenían (gastos de mantenimiento y seguros)
P-009	2021: Reemplazo de contenedores en mal estado	Se compran 6 contenedores para reemplazar los que se encontraban en mal estado (algunos como consecuencia del paro de operaciones durante la pandemia)
P-010	2022: Rediseño de imagen	Se contratan los servicios de una diseñadora para que haga un rediseño de la imagen por uno más moderno y que pueda ser utilizado en redes sociales con alta calidad y hacer impresiones de considerable tamaño para rotular toda la flota de vehículos y contenedores.
P-011	2023: Implementación de página web y presencia en redes sociales	Se contratan los servicios de una empresa que se encarga de la creación de página web, posicionamiento en redes sociales y creación de perfiles en sitios de reseñas de clientes.
P-012	2023: Expansión de flota de contenedores y de vehículos	Compra de 10 contenedores más de diferentes tamaños y 3 camiones nuevos para poder satisfacer la demanda. Es el proyecto más ambicioso de la empresa y también el más costoso.

**Nota:** Elaboración propia, basado en detalles brindados por el propietario y el contador.

Como se muestra en el

**Cuadro 1.2**, la mayoría de los proyectos son ejecutados cada vez que se expanden servicios o se amplía la flota de vehículos y contenedores, es decir, son de índole operativa. Existen algunos proyectos como lo son P-004, P-010 y P-011, que no son operativos y se han gestionado bajo modalidad de subcontratación, ya que la empresa no cuenta con el conocimiento para ejecutarlos.

En la actualidad surge la necesidad de implementar un proyecto de índole tecnológica, es decir un proyecto muy diferente a los que la empresa ha venido trabajando y en un área de conocimiento en la cual no son expertos.

Este proyecto surge debido a que uno de los objetivos estratégicos de la empresa, apunta a la reducción de pérdidas económicas asociadas a las deficiencias operativas/logísticas, y la jefatura pretende lograrlo mediante la implementación de un sistema para gestionar el alquiler y rastreo de contenedores para el primer trimestre del 2025 y cuenta con un presupuesto de \$80.000 que se obtendrá mediante un préstamo para mejoras tecnológicas que se otorga a pequeñas empresas (SME).

El desarrollo de este sistema informático es de vital importancia para la empresa ya que su implementación reducirá las pérdidas económicas que ha venido enfrentando desde hace más de 5 años por diversas razones entre ellas:

- No se tiene un registro de los contenedores que se deben entregar y recolectar en el día, por lo tanto, no se pueden trazar rutas óptimas, generando gastos en el pago de choferes, combustible, millaje extra por tomar rutas más largas. En ocasiones un vehículo que puede cargar 2 contenedores solo carga uno y vuelve al plantel.
- Muchas veces se olvidan las fechas de vencimiento del alquiler, esto significa que hay contenedores ociosos que podrían estar siendo alquilados.
- Se pierden clientes por no tener contenedores disponibles para entrega inmediata, mientras que otros contenedores están ociosos y no han sido recogidos.
- Se pierden clientes frecuentes debido a la impuntualidad en la entrega y recolección de contenedores.
- Los clientes no firman ningún tipo de contrato que los comprometa a usar el contenedor de la forma establecida de acuerdo con la tarifa cobrada para el tipo de desecho contratado, es decir, mezclan diferentes tipos de desechos, y esto resulta en pérdidas para el negocio cuando es llevado al vertedero.

- Cuando se presentan desastres naturales (especialmente huracanes, tornados e inundaciones) que generan mucha basura, la demanda de contenedores aumenta y no se tienen datos históricos para prepararse para estas eventualidades (subcontratación de contenedores o camiones, disponibilidad de choferes).
- No se tiene control de cuántas millas recorre un camión por día, lo cual provoca un descontrol en el cálculo de costos de combustible.

Dicho lo anterior, queda claro que la empresa busca que, con el desarrollo del sistema, se solucionen gran parte de los problemas operativos y logísticos que causan pérdidas económicas, además, es uno de los objetivos estratégicos en los que está trabajando la empresa.

## **1.2 El problema y su impacto**

La empresa debe ejecutar un proyecto estratégico de carácter tecnológico, pero actualmente no cuenta con las condiciones necesarias para garantizar su éxito a nivel de gestión. Esta situación se evidenció a través de comunicaciones personales y un trabajo de campo, donde se determinó que la empresa no tiene procedimientos de gestión de proyectos, sino que los ejecuta de manera empírica. Además, el personal tiene formación operativa en el campo de manejo de residuos, pero no tiene formación en gestión de proyectos ni desarrollo de software.

Es fundamental para la organización gestionar correctamente este proyecto, ya que su ejecución permitirá alcanzar dos de los objetivos estratégicos dentro del plazo establecido como se muestra en el apartado 1.1.3.2 Marco estratégico (Objetivos 1 y 2).

Además, la empresa tiene un firme compromiso de que el proyecto cumpla en términos de alcance, costo y tiempo y que culmine con un producto de software de alta calidad que aporte valor y solucione sus problemas operativos.

El propietario de la empresa y el personal administrativo han expresado algunas de las problemáticas actuales, donde surgen puntos que reafirman que no hay condiciones para asegurar el éxito del proyecto, a continuación, se detallan los hallazgos:

- No se utiliza ningún tipo de marco de referencia de desarrollo de proyectos, herramientas o técnicas definidas.
- No hay estandarización de procesos y predomina la forma de trabajar empírica.
- No existe documentación de las lecciones aprendidas en los proyectos ejecutados.

- Se lleva una gestión enfocada en los resultados de corto plazo, en donde se atienden los riesgos de una forma correctiva más que preventiva, a todo nivel organizacional.

Los hallazgos anteriores están directamente relacionados con las causas del problema y con la probabilidad de que el proyecto no sea exitoso. La primera causa es que la empresa carece de personal con capacidades empresariales o en gestión de proyectos y no está interesada en contratarlo ya que no lo considera una de sus prioridades. Debido a esa falta de conocimiento, se tomaría el proyecto como una actividad meramente operativa y se pensaría que la solución se reduce a contratar un desarrollador que implemente el sistema. Sin embargo, dada la magnitud y la importancia estratégica mencionada anteriormente, es indispensable abordarlo como un proyecto, con el objetivo de lograr el éxito y que la inversión esperada no afecte las finanzas. Esto se demostró anteriormente en el **Cuadro 1.1** al mostrar la formación de los colaboradores.

Una segunda causa, derivada también de los hallazgos, es que la organización no cuenta con procesos formales en gestión de proyectos. Los proyectos que se ejecutan suelen estar más orientados a soluciones operativas y no de TI, y como se mostró en la sección anterior, se han desarrollado como actividades operativas. Esto hace que la jefatura tome el liderazgo y ejecute los proyectos de manera empírica y sin una adecuada planificación, es decir, se plantean acciones y se llevan a cabo sin establecer un cronograma, no se definen metas claras ni existen mecanismos de control y seguimiento. Esto se agrava aún más debido a que la mayoría de los proyectos han sido para adquirir nuevo equipo, lo que ha llevado a verlos como simples compras. En consecuencia, ha habido casos donde si se hubiera trabajado como proyectos, no se hubiera incurrido en gastos que aumentaron los costos en hasta un 60%. Esto se evidencia especialmente en el proyecto **P-012** del **Cuadro 1.2**, donde cabe destacar que es el proyecto más reciente y aun así tuvo deficiencias relacionadas con la selección de proveedores, error que es recurrente en la ejecución de los proyectos (**P-001**, **P0002**), que, dicho sea de paso, tampoco se ha documentado como lección aprendida.

Como última causa se ubica la gestión enfocada en los resultados a corto plazo, donde se priorizan soluciones para atender problemas urgentes y se implementan proyectos con mucho desperdicio y minimizan la rentabilidad esperada a largo plazo. En esta gestión cortoplacista también se atienden los riesgos de forma más reactiva que preventiva, es decir, no se realiza una adecuada identificación y mitigación de riesgos, lo que genera sobrecostos y provoca un entorno

de crisis constante debido a la materialización de estos. Los mismos riesgos, que podrían haberse gestionado anticipadamente, continúan emergiendo y provocando sobrecostos reiteradamente, como lo es el caso de los proyectos **P-003** y **P-006** del **Cuadro 1.2**, donde se materializan riesgos asociados a fallas técnicas (mecánicas) que aumentaron los costos en un 75% y 33% respectivamente para cada proyecto.

Todo lo anteriormente mencionado ocasiona que la empresa desarrolle proyectos con una alta probabilidad de fracaso desde su inicio, resultado en proyectos insatisfactorios y que casi siempre tienen sobrecostos.

En la

**Tabla 1.1** Error! Reference source not found. se aporta evidencia de los efectos del problema. En esta tabla se muestran los costos estimados y reales (aproximados) de los proyectos ejecutados desde el nacimiento de la empresa, y se aprecian las diversas deficiencias que terminaron generando sobrecostos.

**Tabla 1.1** Costos y deficiencias detectadas en los proyectos ejecutados

		<b>Deficiencias en el proyecto</b>
<b>Proyecto</b>	<b>P-001</b>	No se realiza un análisis de factibilidad para elegir un proveedor de contenedores y determinar quién ofrece mejores precios, sino que se compran los contenedores a un conocido. Adicionalmente los contenedores y el camión necesitan reparaciones que no estaban presupuestadas y el proyecto termina siendo muy costoso e incluso se debe recurrir a un préstamo que no se tenía contemplado.
<b>Estimado</b>	\$30,000	
<b>Real</b>	\$51,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$21,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-002</b>	No se realiza un estudio de proveedores ni se toman en cuenta los costos de movilización de contenedores. Se compran los contenedores nuevos a un fabricante sin tener en cuenta que el proveedor se encuentra en el estado de Atlanta y se debe incurrir en costos de movilización de contenedores y el alquiler de un camión para poder llevar los contenedores hasta Ohio.
<b>Estimado</b>	\$15,000	
<b>Real</b>	\$21,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$6,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-003</b>	Este proyecto se ejecuta de forma acelerada y desorganizada. No se hace una correcta evaluación técnica antes de la compra y se asume el riesgo de comprarlos en una subasta, donde se desconoce el verdadero estado mecánico y por lo tanto se incurren en gastos adicionales en reparaciones.
<b>Estimado</b>	\$80,000	
<b>Real</b>	\$140,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$60,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-004</b>	El proyecto se atrasa significativamente, debido a la falta de investigación exhaustiva, ya que a la hora de inscribir la marca el propietario se da cuenta que debe llenar formularios adicionales, pagar impuestos, pólizas y seguros que no tenía contemplado en el presupuesto inicial. Esto también genera pérdidas en multas por el atraso en el pago de impuestos.
<b>Estimado</b>	\$8,000	
<b>Real</b>	\$12,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$4,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-005</b>	No se firma un contrato con el proveedor, sino que toda la negociación se da de manera verbal y el proveedor de contenedores no cumple con el tiempo de entrega establecido y se tienen pérdidas porque los contenedores no están disponibles en la temporada alta de venta de casas (cuando se movilizan más escombros grandes)
<b>Estimado</b>	\$9,000	
<b>Real</b>	\$11,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$2,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-006</b>	No se analizan las especificaciones técnicas de los contenedores antes comprarlos y se adquieren contenedores con un tipo de acople diferente al que funciona con la mayoría de los camiones de la flotilla vehicular, se debe incurrir
<b>Estimado</b>	\$9,000	

		<b>Deficiencias en el proyecto</b>
<b>Real</b>	\$12,000	en gastos para la modificación de los acoples.
<b>Diferencia</b>	<b>(\$3,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-007</b>	No se hace un análisis de mercado para determinar la demanda de este tipo nuevo servicio (contenedores rodantes) y adicionalmente se compra en una época del año donde no hay tanta demanda en trabajos de jardinería (el tipo de clientes que más solicita el servicio), debido a esto los contenedores pasan ociosos casi un año y además no se estiman correctamente el precio de los contenedores.
<b>Estimado</b>	\$25,000	
<b>Real</b>	\$36,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$11,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-008</b>	El costo final es bastante cercano al estimado, sin embargo, se da un retraso en la compra debido a que no se planifica el tiempo que tarda el banco en desembolsar el dinero y demás trámites bancarios, por lo tanto, los camiones no llegan a tiempo para atender la temporada en que históricamente hay más demanda de contenedores.
<b>Estimado</b>	\$238,000	
<b>Real</b>	\$240,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$2,000)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-009</b>	Se evidencia informalidad y deficiente estimación de costos ya que se encargan los contenedores de manera verbal y se realiza un pago inicial asumiendo que el costo de los contenedores es similar al precio previo a la pandemia, sin embargo, los precios subieron considerablemente y no toma en cuenta este factor.
<b>Estimado</b>	\$20,000	
<b>Real</b>	\$34,800	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$14,800)</b>	
<b>Proyecto</b>	<b>P-012</b>	No se realiza ningún análisis para determinar cuáles proveedores ofrecían las mejores condiciones (localización, disponibilidad, precio), sino que simplemente se eligió arbitrariamente o basado en recomendaciones “boca a boca”. Posteriormente se llega a conocer que hay proveedores más cerca, que ofrecen mejores precios o que se encontraban más cerca de la ciudad donde opera la empresa. Esto incrementa significativamente los costos de compra de los contenedores por aspectos como combustible, viáticos, pago de horas extra, alojamiento y hasta alquiler de camiones.
<b>Estimado</b>	\$250,000	
<b>Real</b>	\$400,000	
<b>Diferencia</b>	<b>(\$150,000)</b>	

**Nota:** Los montos son aproximados y son extraídos de datos contables proporcionados por la empresa. No se incluyen los proyectos P-010 y P-011 porque fueron subcontratados.

Con los datos proporcionados anteriormente, es posible obtener el porcentaje de sobrecosto mostrados en la **Tabla 1.2** y obtener también el porcentaje promedio.

**Tabla 1.2** Porcentaje de sobrecostos por proyecto

P-001	P-002	P-003	P-004	P-005	P-006	P-007	P-008	P-009	P-012	Promedio
70%	40%	75%	50%	22%	33%	44%	1%	74%	60%	<b>47%</b>

**Nota:** Elaboración propia

Ahora bien, si el porcentaje promedio de sobrecosto es del 47% y se extrapola al proyecto en estudio, es probable que, si el proyecto tiene un presupuesto de \$80.000 tendrá un sobrecosto de \$37.551. Este dato es importante debido a que la empresa cuenta con un presupuesto fijo ya que provendrá de un préstamo otorgado únicamente a empresas categorizadas como *Small and Medium-sized Enterprise* (SME), el cual es exclusivo para financiar proyectos de tipo tecnológico. Es decir, la empresa no puede exceder el presupuesto que será otorgado y tampoco se encuentra en una situación financiera donde pueda permitirse cubrir este sobrecosto. Además, si la empresa deja de realizar el proyecto o resulta en un proyecto fallido, no logrará cumplir con el objetivo estratégico que obedece a la reducción de un 70% de las pérdidas económicas asociadas a deficiencias operativas, lo cual, según datos brindados por el contador, es crucial ya que, si se siguen teniendo estas pérdidas, la empresa pronto podría dejar de ser rentable para su propietario debido a que los altos costos operativos están reduciendo significativamente las ganancias percibidas cada año.

### **1.3 Objetivos**

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

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Crear un plan de gestión para el proyecto “Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa *Got Trash Dumpster Rental*” mediante la caracterización del proyecto y la aplicación de buenas prácticas para el aumento de las probabilidades de éxito del proyecto.

### **1.3.2 *Objetivos específicos.***

- Realizar un análisis exhaustivo y una caracterización del proyecto mediante el levantamiento de requisitos para la determinación del alcance y funcionalidades requeridas por el usuario.
- Establecer el enfoque del ciclo de vida adecuado para el proyecto a través del análisis del alcance y particularidades del proyecto para la estructuración de las fases del proyecto y la integración de procesos necesarios para su correcta ejecución.
- Identificar las buenas prácticas de gestión de proyectos mediante una investigación bibliográfica de los diferentes marcos de trabajo existentes para la selección de los procesos, artefactos y herramientas aplicables a la gestión del proyecto.
- Desarrollar un plan de gestión del proyecto que incluya los planes subsidiarios y herramientas de seguimiento y control para la maximización de las probabilidades de éxito del proyecto.

## **1.4 Alcance y limitaciones**

A continuación, se presenta el alcance y las limitaciones del proyecto.

### **1.4.1 *Alcance***

Es importante destacar que el plan de gestión a realizar es una solución específica para el proyecto “Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa *Got Trash Dumpster Rental*”. La implementación del sistema y el resto de los proyectos de la empresa quedan fuera del alcance del presente proyecto. Ahora bien, se procede a listar los entregables que generará este proyecto:

El primer entregable que compone este proyecto es la definición del alcance del proyecto, el cual incluye:

- Acta de Constitución del Proyecto (ver Apéndice A: Acta de constitución - *Project Charter*)

Documento de Definición de Requisitos (ver

## Nombre del proyecto

Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental.

## Justificación del proyecto

Este proyecto tiene como propósito desarrollar e implementar un sistema de software que permita optimizar la logística diaria de la empresa, reducir los costos operativos en un 70% y mejorar la eficiencia de las operaciones.

## Objetivos

- Reducir los costos operativos en un 60% en el primer año después de la implementación total del sistema.
- Entregar un MVP (producto mínimo viable) en un plazo de 4 meses que cubra las funcionalidades necesarias para la gestión de contenedores y asignación de tareas.
- Implementar mejoras continuas con ciclos de entrega cada 2 semanas (sprints) ajustando el sistema según el feedback y necesidades emergentes del cliente.

## Descripción del sistema

El sistema consiste en una aplicación web que sea compatible con distintos dispositivos (responsiva) y con una interfaz amigable con el usuario que permita su uso para personas con distintos niveles de experiencia en el uso de aplicaciones. La aplicación será completamente basada en la web, con los datos almacenados en la nube, lo que permitirá el acceso desde cualquier ubicación, facilitando su uso por parte de los conductores y garantizando el respaldo seguro de la información. Las principales funcionalidades serán:

- **Gestión de contenedores y camiones:** Permite ingresar, modificar y eliminar contenedores y camiones del sistema. Visualiza la lista completa de contenedores y camiones y su respectivo estado.

- **Gestión de usuarios y roles:** Permite ingresar, modificar y eliminar los usuarios del sistema y la asignación de roles. También permite configurar cuales pantallas son visibles para cada rol.
- **Gestión de pedidos:** Ingreso de nuevos pedidos, asignación de contenedores a la solicitud, liberación de contenedores cuando regresan al plantel.
- **Rastreo de camiones y contenedores en tiempo real:** Mapa interactivo que permite visualizar la ubicación en tiempo real de contenedores y camiones, utilizando la ubicación de los dispositivos GPS que se utilizan actualmente.
- **Dashboard para choferes:** Contiene las funciones de visualizar las tareas (asignadas, completadas, pendientes), marcar como entregados los contenedores de manera manual, ingreso de facturas (gasolina y vertederos), ingreso de millaje, notificaciones de próximas tareas y tareas asignadas.
- **Asignación de tareas a choferes:** Carga las tareas del día o pendientes (de días anteriores) y permite asignarlas a los choferes.
- **Trazado de rutas óptimas para recolección y entrega:** Una vez que las tareas son asignadas a los choferes, en el dashboard de cada chofer se mostrará el orden óptimo en que deben realizar sus tareas. Cuando el chofer inicia su recorrido la aplicación traza la ruta que debe seguir en Google Maps.
- **Control de entregas y recolecciones:** Muestra la lista de contenedores que deben ser entregados o recolectados en fechas o periodos de tiempo determinados.
- **Consulta de inventario actual y para fechas específicas:** Muestra la lista de contenedores disponibles y no disponibles para fechas específicas
- **Facturación de clientes:** Genera las facturas de los clientes y las envía por correo electrónico de manera automática o manual, también permite su descarga. Debe almacenar todas las facturas emitidas.
- **Cálculo de millaje de camiones y estimado de gastos de gasolina:** Calcula de manera automática el millaje recorrido por los camiones de manera que los perfiles administrativos pueden consultar el millaje aproximado que ha recorrido el camión.

Además, calcula el estimado de gasto de gasolina basado en los datos del millaje recorrido y el precio actual de la gasolina.

- **Cálculo de gastos diarios:** Calcula el monto de los gastos de gasolina y de vertederos diarios.
- **Cálculo de pago a choferes:** Basado en la información de las facturas ingresadas por conceptos de gasolina y vertederos, millaje y horas laboradas, se realiza el cálculo del pago diario de los choferes.
- **Firma de contrato al entregar el contenedor:** Permite a los choferes mostrar el contrato para que el cliente lo lea y lo firme al entregar el contenedor solicitado.
- **Reportes operativos y financieros:** Reportes de uso de camiones, contenedores, horas laboradas, gastos operativos (gasolina, pago a vertederos, pago a choferes), reporte de millaje de camiones, reporte de contenedores alquilados en el mes.
- **Panel de control:** Permite realizar configuraciones necesarias para el funcionamiento del sistema.

## Alcance

### Incluido:

- Diseño y desarrollo de aplicación web responsiva con todas las funcionalidades descritas en el punto anterior.
- Integración con dispositivos de rastreo y Google Maps.
- Pruebas de usabilidad y funcionalidad.
- Capacitación para usuarios finales.

### No incluido:

- Adquisición de hardware.
- Integración con otros sistemas.
- Funcionalidades de procesos operativos que corresponden al área de mecánica e inspección.
- Asignación inteligente de tareas.
- Módulo para clientes.

- Selección de proveedor de desarrollo.
- Soporte posterior a la implementación del sistema.

## Interesados clave

Interesado	Rol/Responsabilidad
Patrocinador	Patrocinador del proyecto, también será usuario final.
Project Manager / Product Owner	Coordina y controla el avance del proyecto. Define y gestiona requerimientos.
Scrum master	Encargado de coordinar el equipo de desarrollo y eliminar impedimentos
Equipo de desarrollo	Desarrolla las actividades que permitan cumplir con los entregables establecidos en tiempo y forma.
Personal administrativo y operativo	Usuarios final del sistema y encargados de realizar pruebas de usuario.
Empresa proveedora de desarrolladores	Provee desarrolladores que cumplan con el perfil solicitado.
Empresa proveedora de <i>hosting</i>	Provee el hospedaje de la aplicación y la base de datos.
Entidad bancaria	Aporta el capital necesario para el desarrollo del proyecto.

## Presupuesto

El presupuesto total asignado es de \$80,000, financiado a través de un préstamo específico para este proyecto tecnológico.

## Restricciones

El proyecto debe cumplir estrictamente con el presupuesto asignado.

- Selección de proveedor de desarrollo.
- Soporte posterior a la implementación del sistema.

## Interesados clave

<b>Interesado</b>	<b>Rol/Responsabilidad</b>
Patrocinador	Patrocinador del proyecto, también será usuario final.
Project Manager / Product Owner	Coordina y controla el avance del proyecto. Define y gestiona requerimientos.
Scrum master	Encargado de coordinar el equipo de desarrollo y eliminar impedimentos
Equipo de desarrollo	Desarrolla las actividades que permitan cumplir con los entregables establecidos en tiempo y forma.
Personal administrativo y operativo	Usuarios final del sistema y encargados de realizar pruebas de usuario.
Empresa proveedora de desarrolladores	Provee desarrolladores que cumplan con el perfil solicitado.
Empresa proveedora de <i>hosting</i>	Provee el hospedaje de la aplicación y la base de datos.
Entidad bancaria	Aporta el capital necesario para el desarrollo del proyecto.

## Presupuesto

El presupuesto total asignado es de \$80,000, financiado a través de un préstamo específico para este proyecto tecnológico.

## Restricciones

El proyecto debe cumplir estrictamente con el presupuesto asignado.

## Suposiciones

- El equipo operativo recibirá la capacitación adecuada.
- El personal operativo estará disponible para capacitación.
- Los interesados estarán disponibles para revisiones frecuentes del backlog y participación en los sprints.
- El equipo de desarrollo estará disponible y tendrá acceso a las herramientas necesarias.
- El proveedor de desarrolladores ya ha sido seleccionado previamente y aportará un equipo que ya se encuentra estructurado y tiene experiencia trabajando en proyectos de este tipo.

## Plazos

- **Entrega de incrementos:** Desarrollo en sprints de dos semanas.
- **Entrega del MVP (producto mínimo viable):** 4 meses de haber iniciado el desarrollo.
- **Fecha de inicio estimada:** 3 de febrero 2025.

## Riesgos de alto nivel

- Resistencia al cambio por parte de los usuarios.
- Estimación imprecisa de tareas.
- Falta de experiencia del proveedor de desarrollo.
- Bajo rendimiento de las pruebas de control de calidad.
- Cambios en los requisitos durante el desarrollo.

## Criterios de aceptación

- Software estable y de alta calidad en cada entregable (debe pasar pruebas de calidad y no tener errores)
- Entrega continua de funcionalidades en cada sprint, asegurando retroalimentación rápida.

- Cumplimiento del presupuesto asignado.
- Satisfacción del usuario y cumplimiento de requisitos.

## Equipo

- 1 diseñador de interfaz
- 2 programadores Front-End
- 1 programador Back-End
- 1 ingeniero de Control de Calidad
- 1 Scrum Master.
- 1 Product Owner / Project Manager

- Apéndice B: Documento de definición de requisitos)
- *Backlog* Inicial del Producto Priorizado y Estimado (ver Apéndice C: *Product backlog* priorizado)

Para la elaboración de estos productos se utiliza como insumo la información obtenida de las entrevistas y observación directa, para conocer los requerimientos y expectativas de la organización y, así, determinar las funcionalidades necesarias y delimitar el alcance del proyecto.

El segundo entregable consiste en:

- Diagrama del ciclo de vida del proyecto acompañado de un texto explicativo que contiene el detalle de las etapas, los procesos y los involucrados en cada uno de ellos. Se utiliza el juicio experto para determinar las fases y procesos más adecuados para el proyecto y la organización. Para determinar el enfoque de ciclo de vida se aplicarán filtros de idoneidad para los modelos de gestión propuestos. (ver sección 5.1 Ciclo de vida, roles y responsabilidades)

El tercer entregable que se compone de:

- Tabla de procesos y actividades que se llevarán a cabo en cada fase del ciclo de vida del proyecto, para determinar estos procesos y actividades, se utiliza como referencia la información obtenida durante la investigación bibliográfica. (ver sección 5.2 Procesos y actividades)

Y finalmente el cuarto entregable será el plan de gestión del proyecto, donde se incluye los planes subsidiarios, las herramientas, artefactos y técnicas seleccionadas y estrategia de control para cada uno de los planes que se mencionan a continuación (ver 5.3 Plan de gestión):

- Plan de Gestión de la Integración.
- Plan de Gestión de Alcance
- Plan de Gestión de Tiempo
- Plan de Gestión de Costo
- Plan de Gestión de Calidad
- Plan de Gestión de los Interesados y las Comunicaciones
- Plan de Gestión de Riesgos
- Plan de Gestión de Cambios

Los entregables anteriormente listados conforman el alcance del proyecto y buscan aportar valor a la empresa en términos de gestión para la implementación y éxito del sistema requerido.

#### ***1.4.2 Limitaciones.***

- Falta de disponibilidad de personal para la evacuación de dudas o aplicación de instrumentos.
- Nula documentación de proyectos e intentos previos de implementación de herramientas tecnológicas.
- Falta de conocimiento técnico en términos de software por parte de los colaboradores de la empresa.

## **Capítulo 2 Marco teórico**

En este capítulo se desarrollan los conceptos básicos, los complementarios y los específicos necesarios para el entendimiento de la temática que se investiga. Se comienza los fundamentos de gestión de proyectos en general y particularmente en proyectos de software para facilitar la comprensión desde lo general hasta lo específico. A continuación, se profundiza en los enfoques y ciclos de vida para desarrollo de proyectos, seguido de un análisis de los marcos de trabajo ágiles y finalizando las herramientas tecnológicas que facilitan la gestión de proyectos.

### **2.1 Fundamentos de gestión de proyectos**

En la siguiente sección se detallan los conceptos básicos y los fundamentos de gestión de proyectos que permitirán una mayor profundización del tema en estudio.

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

Según la guía del PMBOK, un proyecto se refiere a un esfuerzo temporal con un principio y un fin que busca lograr un resultado único, un servicio o un producto (PMI, 2021).

La norma ISO-10006, por su parte, amplía un poco más esta definición mencionando que un proyecto debe cumplir con una serie de requisitos y limitaciones de tiempo, costo y recursos. Y además agrega que los objetivos y alcance pueden ser actualizados conforme avanza el proyecto, modificando las características del producto o servicio final (ISO, 2017).

Con esta ampliación se puede diferenciar más fácilmente lo que es un proyecto y lo que no lo es, esto es especialmente relevante, ya que es conocido que todas las empresas, desde las más grandes hasta las más pequeñas ejecutan proyectos, sin embargo, algunas lo hacen sin percatarse de ello. También existe una gran tendencia creciente a considerar cualquier esfuerzo, actividad u operación de la empresa como un proyecto. (Nieto Rodríguez, 2023)

La necesidad de ejecutar proyectos empresariales cada día es más creciente, pero es notable que, en las pequeñas empresas, como la empresa en estudio, muchas veces los proyectos no son visualizados como tal, sino que se ejecutan como grupos de tareas para conseguir un resultado y no se realiza correcta gestión de este esfuerzo. En otros casos se tiende a confundir las operaciones diarias con proyectos, cuando en realidad las operaciones no tienen un fin sino que son permanentes como menciona Serpell y Alarcón (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas,

2019), es decir son tareas que se realizan por tiempo indefinido para mantener la empresa operando.

Según Serpell y Alarcón (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2019), algunas características que nos permiten reconocer los proyectos para tratarlos como tal y gestionarlos correctamente son:

- El resultado del proyecto debe ser único, no repetitivo, con una fecha y un fin determinados y además debe ser un esfuerzo temporal.
- Las actividades que componen el proyecto deben ser ejecutadas con una secuencia definida.
- No es lo mismo un producto que un proyecto, sino que el proyecto corresponde al proceso necesario para obtener el producto.
- Tienen múltiples recursos, incertidumbre y riesgos.
- Deben ser interdependientes del entorno y las actividades de la empresa.
- Existe un ciclo de vida definido.

### ***2.1.2 Gestión de proyectos***

Cuando se trata de proyectos, es vital también mencionar el término “gestión de proyectos” ya que como se menciona anteriormente muchas organizaciones tienen proyectos por realizar, sin embargo, la ejecución no se realiza adecuada justamente por la falta de buenas prácticas de gestión de proyectos o bien por la falta de directores de proyectos, que son quienes se encargan de liderar al equipo y son responsables de cumplir con los objetivos planteados. (Nieto Rodríguez, 2023).

Según la norma ISO-10006 la gestión del proyecto se refiere a todos aquellos esfuerzos que se realizan para planificar, organizar y dar control, seguimiento e informe de todo lo relativo al proyecto, así como también el papel que tienen los involucrados en el cumplimiento de los objetivos del proyecto (ISO, 2017). Entonces la ejecución de un proyecto no se trata simplemente de ejecutar tareas que nos lleven terminar un producto o servicio en una fecha determinada, sino que es un proceso dinámico que se adapta las condiciones del entorno, mediante una serie de procesos de planificación, organización y coordinación, así como una aplicación integral de conocimientos, habilidades gerenciales y herramientas para lograr que el proyecto se ejecute de forma exitosa. (Nieto Rodríguez, 2023).

Para algunos autores como Serpell y Alarcón, el desempeño de la gestión de un proyecto se mide con base en los parámetros de tiempo, costo, calidad y satisfacción del cliente y de los involucrados. (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2019).

La gestión de proyectos no es una tarea sencilla, y requiere de muchas habilidades y organización como se menciona anteriormente. Antes de iniciar un proyecto, es necesario definir aspectos clave, entre ellos la secuencia lógica que se debe llevar, es decir una estructura que trace la ruta a seguir.

En cuanto a esta estructura, generalmente se siguen enfoques distintos, según el marco de trabajo elegido para el proyecto. Existen diferentes formas para realizar dicha estructura, por ejemplo en proyectos que usan marcos de trabajo ágiles esta estructura tiende a ser más flexible (Novo, 2023), sin embargo como punto de partida, muchas veces se utiliza como base una de las estructuras más aceptadas y difundidas en diferentes industrias, que es la que propone la Guía del PMBOK, en donde se agrupan de manera lógica las entradas, salidas, herramientas y técnicas de gestión de proyectos, las cuales no son fases del proyecto ya que estos grupos de procesos interactúan o iteran dentro las fases del ciclo de vida de un proyecto (PMI, 2021).

#### **2.1.2.1 Gestión de proyectos según el PMBOK**

A continuación, se detalla la estructura que propone la guía del PMBOK para la gestión de proyectos mediante 5 agrupaciones de procesos que permiten tener una estructura organizativa para los proyectos. A continuación, se detallan estas 5 agrupaciones de procesos:

- **Inicio:** En proyecto es definido a muy alto nivel con el fin de contar con la aprobación del patrocinador. Los procesos ejecutados en este grupo generalmente tienen como documentos de salida todos aquellos que autorizan el proyecto y donde se establece el director de proyecto.
- **Planificación:** En este grupo se realizan los procesos relativos a la elaboración de los planes que servirán de guía para el equipo de proyecto, tales como la definición del alcance, el cronograma, presupuesto, recursos, identificación de riesgos. Todos los procesos de esta agrupación son de vital importancia debido a que de ellos depende en gran medida el éxito del proyecto ya que definen el curso de acción necesario para la posterior ejecución.

- **Ejecución:** En esta agrupación se encuentran los procesos de asignación y gestión de recursos, la ejecución de las tareas necesarias para completar el proyecto y lograr los objetivos propuestos.
- **Monitoreo y control:** Comprende todas las actividades relacionadas a controlar el progreso y desempeño del proyecto, con el objetivo de que el proyecto cumpla con los planes propuestos y las limitaciones de alcance, costo y tiempo.
- **Cierre:** Se finalizan todas las actividades del proyecto, entre los procesos comunes se destacan la aceptación formal del proyecto por parte del cliente o patrocinador, documentos con lecciones aprendidas y liberación de recursos del proyecto.

Es importante destacar que teniendo una estructura donde se agrupen procesos se tiene una mejor visualización los insumos necesarios para cada fase de ciclo de vida del proyecto, que en ocasiones son el resultado o salida de procesos previos. Si bien es cierto que tener una estructura como la mencionada anteriormente no garantiza el éxito del proyecto, sí aumenta significativamente las probabilidades.

Cada una de las agrupaciones de procesos tienen un gran impacto en los resultados del proyecto, sin embargo, se debe prestar especial atención a la planificación, ya que el trabajo que se realice durante la planificación dictará en gran medida el nivel de éxito del proyecto. Las principales razones para justificar la importancia de la planificación son:

- El director de proyectos puede apoyarse de todas las salidas del proceso de planificación para anticipar eventos que ocurrirán en la etapa de ejecución del proyecto que pueden representar adversidades.
- Si no hay una buena planificación, el director de proyectos no podrá ejercer un buen control ya que no existe un punto de comparación para evaluar el progreso o los gastos actuales contra los planificados. (Serpell Bley & Alarcón Cárdenas, 2019)

Sin embargo, para una correcta gestión de un proyecto que tenga altas probabilidades de éxito no basta con realizar una planificación detallada, sino que también durante el proceso de ejecución del proyecto se debe realizar constantemente labores de monitoreo y control con el fin de dar seguimiento, analizar y controlar el progreso y el desempeño del producto para identificar áreas de mejora y realizar los ajustes necesarios en el plan de gestión (PMI, 2017a).

Para realizar el monitoreo y control de un proyecto lo primero que debe tenerse en cuenta es que se deben definir procesos de control donde se recopilen datos de desempeño del trabajo; estos datos se recopilan mediante métricas e indicadores de desempeño. Posteriormente deben ser analizados para que proporcionen información que permita conocer el estado del proyecto tanto en progreso en términos de alcance, costo, tiempo y calidad.

Dichas métricas deben ser seleccionadas cuidadosamente para que aporten información realmente útil y se puedan tomar decisiones informadas, realizar ajustes o tomar acciones correctivas.

Ahora bien, conociendo los grupos de procesos propuestos por el PMBOK (PMI, 2017) también es importante mencionar las 10 áreas de conocimiento propuestas, las cuales son áreas o campos de especialización que se usan normalmente como guía para la gestión de proyectos. Estas áreas de conocimiento buscan agrupar procesos que se encuentren relacionados. A continuación se detalla cada una de estas 10 áreas:

1. **Gestión de la integración:** Incluye todos aquellos procesos o actividades necesarias para identificar, combinar o coordinar procesos propios de la gestión del proyecto de manera que todos los elementos del proyecto tengan cohesión y se cumpla con el objetivo del proyecto. Es vital para asegurar que los elementos del proyecto trabajen en armonía y se minimicen conflictos.
2. **Gestión del alcance:** Abarca los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya solamente el trabajo necesario para cumplir con los objetivos del proyecto. Es muy importante para delimitar lo que está incluido o no dentro del proyecto asegurando que el producto final cumpla las expectativas establecidas.
3. **Gestión del tiempo:** Agrupa los procesos necesarios para que el proyecto finalice en el plazo establecido.
4. **Gestión de los costos:** Integra todos los procesos necesarios para planificar, estimar, presupuestar, financiar y gestionar y controlar los costos del proyecto. Su propósito es asegurar que el proyecto se mantenga dentro de los límites financieros que han sido aprobados y se utilicen eficientemente los recursos.
5. **Gestión de la calidad:** Incluye todos aquellos procesos necesarios para que el producto final cumpla con las expectativas de los interesados.

6. **Gestión de los recursos del proyecto:** Agrupa todos los procesos para adquirir, identificar y gestionar todo tipo de recursos imprescindibles para la realización del proyecto.
7. **Gestión de las comunicaciones:** Incluye todos aquellos procesos para garantizar que la información llegue de manera oportuna a los involucrados, esto con el fin de puedan tomar decisiones y se facilite la coordinación y la transparencia.
8. **Gestión de los riesgos:** Abarca los procesos utilizados para llevar identificar, analizar y planificar la respuesta de los posibles riesgos del proyecto.
9. **Gestión de las adquisiciones:** Integra todos los procesos usados para comprar o adquirir productos o servicios externos.
10. **Gestión de los interesados:** Incorpora todos los procesos necesarios para identificar a los interesados del proyecto, pueden ser personas, grupos u organizaciones, de esta manera se pueden analizar sus expectativas y su impacto en el proyecto.

Esta estructura de grupos de procesos y áreas de conocimiento que propone el PMBOK, sirve como guía para gestionar proyectos, sin embargo, se recomienda analizar las particularidades de cada organización y de cada proyecto, con el fin de determinar cuáles de ellas son aplicables. También es posible que dependiendo de estas particularidades o de la naturaleza de la organización se deban integrar otras áreas de conocimiento o grupos de procesos.

### ***2.1.3 Proyectos de desarrollo de software***

Un proyecto de software se refiere esfuerzo organizado ya sea para crear, mantener o mejorar un sistema de software. (Pressman & Maxim, 2020).

Si bien es cierto, a nivel de definición parece sencillo, los proyectos de desarrollo de software tienen muchos matices y una gran particularidad que no tienen los proyectos en otras industrias: la estimación de tiempos, costos y recursos es muy compleja y estas estimaciones casi nunca son certeras. Generalmente, esto es un efecto causado por un factor común: los requisitos del usuario rara vez son claros o no están bien especificados, y debido a ello son proyectos con altos niveles de incertidumbre desde su inicio y muchas solicitudes de cambio a lo largo de su desarrollo. (Pressman & Maxim, 2020).

Según Pressman y Maxim, comprender los requisitos del usuario es una de las tareas más complejas a las que se enfrentan los especialistas de software, porque sorprendentemente la

mayoría de los usuarios no tiene claro cuáles son las funcionalidades o características que esperan del sistema, e incluso en las raras ocasiones en que el usuario si tiene claras sus necesidades, estas necesidades cambian a lo largo del proyecto (Pressman & Maxim, 2020); por esta razón los proyectos de software son difíciles de gestionar y se desarrollan con altos niveles de incertidumbre.

Otra particularidad que se da en el desarrollo de proyectos de software es el fenómeno conocido como desviación del alcance o *scope creep* que se refiere al cambio de alcance descontrolado de un proyecto, debido a la aceptación de cambios sin determinar correctamente el impacto a nivel de tiempo, costo o recursos de los cambios aceptados, lo que agrega tareas o requisitos no planificados y provoca que el proyecto termine siendo un producto muy diferente al inicialmente planteado y además en muchos casos con sobrecostos. En este punto, el control del proyecto se vuelve esencial en el desarrollo de software, debido a que, es muy común que se acepten cambios a la ligera por cumplir con las expectativas del cliente asumiendo que son cambios sencillos y que su implementación no significa demasiado esfuerzo. (Sokolova, 2021).

Los proyectos de software tipo cuentan con una serie de actividades que tradicionalmente comprenden el análisis de requisitos, desarrollo o codificación, realización pruebas, entrega o despliegue del software. Sin embargo, es importante comprender que en la actualidad existen diferentes enfoques para el desarrollo de proyectos de software y cada uno de los enfoques ejecuta las actividades de estas fases de forma distinta, es decir tiene su propio ciclo de vida. (Novo, 2023).

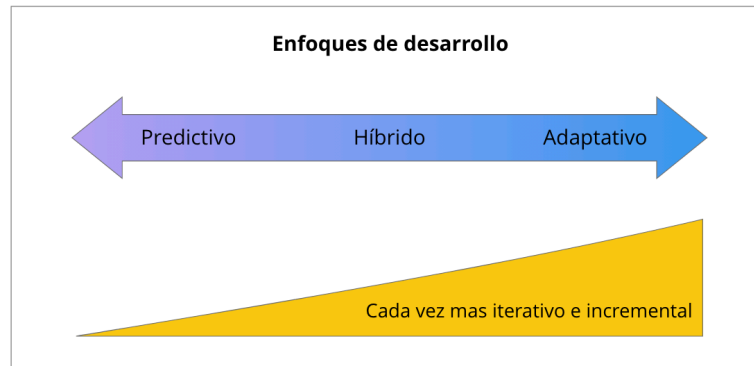
## **2.2 Enfoques de desarrollo de proyectos**

Una de las decisiones que tendrá más impacto en el éxito del proyecto es la elección del enfoque de desarrollo: predictivo, híbrido o adaptivo (ágil). Sin embargo, esta decisión requiere un estudio detallado de las características del proyecto y la organización antes de su selección.

Según la guía del PMBOK (PMI, 2021), en cuanto a enfoques de desarrollo, comúnmente se tienen en consideración los enfoques predictivo, híbrido y adaptativo, presentado como un espectro, donde el enfoque predictivo se encuentra en un extremo, en otro extremo el adaptativo y en medio el híbrido. Esto se interpreta de forma tal que no siempre se debe escoger uno de los tres enfoques, sino que existen los matices, donde se pueden utilizar elementos de ambos extremos. Como se puede apreciar en la **Figura 2.1**, cuando un proyecto se desarrolla

bajo un enfoque adaptativo, se caracteriza por iteraciones constantes, en las que cada entrega es parte del producto final.

**Figura 2.1** Enfoques de desarrollo.



**Nota:** Adaptado del PMBOK 7ma Edición

El enfoque de desarrollo predictivo también conocido tradicional se destaca por realizar una exhaustiva planificación, análisis y la definición de requisitos desde su inicio, lo cual permite también establecer el alcance, el tiempo, costos y recursos desde etapas tempranas del proyecto. Este enfoque se recomienda utilizar cuando hay un alto nivel de riesgo, un bajo nivel de incertidumbre y una inversión significativa. (PMI, 2021)

Por otra parte, el enfoque de desarrollo adaptativo se refiere a un enfoque que se caracteriza por ser flexible, iterativo, colaborativo y en especial por adaptarse rápidamente a los cambios. Según la guía PMBOK (PMI, 2021), este enfoque es recomendado cuando existe un alto nivel de incertidumbre y volatilidad, es decir que los requisitos cambien a lo largo del proyecto, sin embargo, para que este enfoque funcione correctamente es necesario tener una visión muy clara al inicio del proyecto y un grupo de requisitos iniciales conocidos, los cuales se refinan y se priorizan para empezar a trabajarlos, una vez que se empiezan a realizar las iteraciones estos requisitos pueden ir cambiando o siendo reemplazados según los comentarios del usuario o eventos que se den durante el desarrollo del proyecto.

Finalmente, el enfoque de desarrollo híbrido se refiere a una combinación elementos de los enfoques adaptativo y predictivo, de manera que por ejemplo una fase podría ser predictiva y las demás adaptativas. Se recomienda cuando existe incertidumbre o riesgo con respecto a los

requisitos, cuando los entregables pueden ser modulares o pueden ser desarrollados por diferentes equipos.

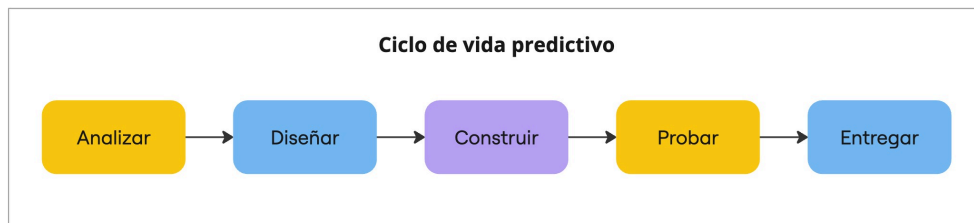
A diferencia del enfoque predictivo, los enfoques híbridos y adaptativos normalmente utilizan un enfoque iterativo o incremental en su ciclo de vida.

### 2.3 Ciclos de vida

El ciclo de vida de un proyecto abarca las fases necesarias para desarrollar un producto desde su inicio hasta su conclusión. Sin embargo, estas fases dependen de diversos factores, como la cadencia de entregas y el enfoque de desarrollo utilizado en el proyecto. A continuación, se detallan brevemente cada uno de los ciclos de vida propuestos en la Guía del PMBOK del *Project Management Institute (PMI, 2021)*

- **Ciclo de vida predictivo:** Es un enfoque tradicional y secuencial, tal como se muestra en la
- **Figura 2.2.** Solo se puede iniciar una fase hasta que la anterior se haya completado y cada una de esas fases es única, es decir se desarrolla una sola vez y su trabajo es específico de la fase. Se caracteriza por entregar un producto final terminado.

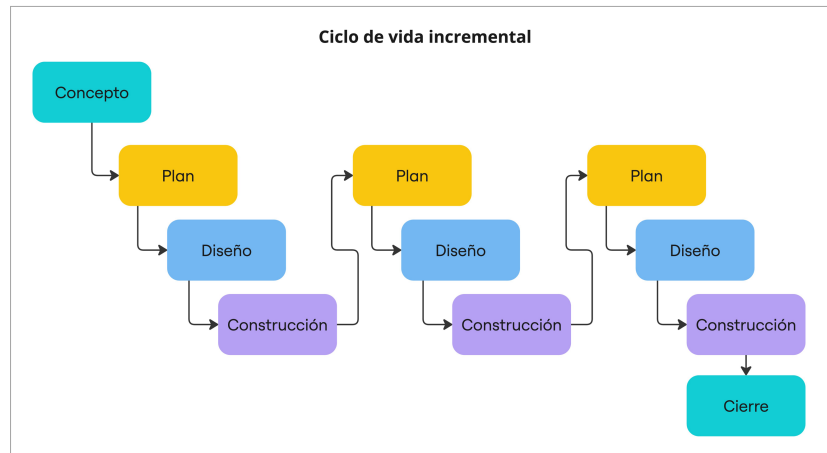
**Figura 2.2** Ciclo de vida predictivo



**Nota:** Adaptación de Guía Práctica de Ágil, PMI.

- **Ciclo de vida con enfoque incremental:** Se realizan entregables que pueden ser usados de inmediato. Cada versión sucesiva del producto es utilizable y cada una se basa en la versión anterior agregando funcionalidad visible para el usuario. Sus fases pueden repetirse en distintas etapas del proyecto tantas veces sea necesario como se muestra en la **Figura 2.3**.

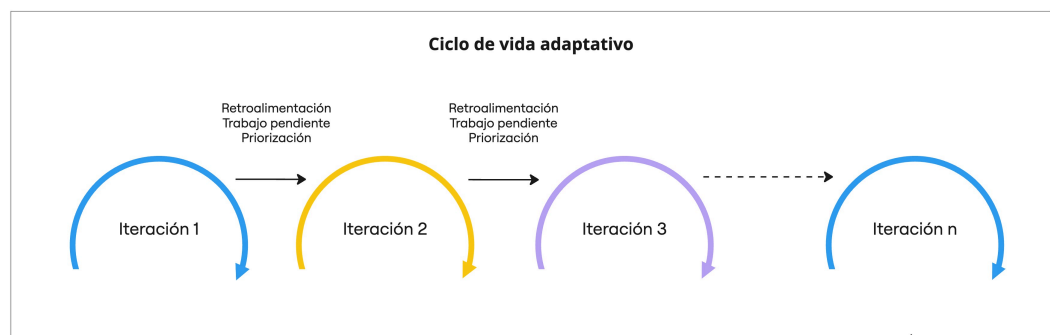
**Figura 2.3** Ciclo de vida incremental



**Nota:** Adaptación de Guía PMBOK, PMI.

- **Ciclo de vida con enfoque adaptativo:** Es un enfoque que es tanto iterativo como incremental. Se realiza por iteraciones a menudo conocidas como *sprints*, y al final de cada una de estas iteraciones, tal como se muestra en la **Figura 2.4**, el usuario revisa el entregable y los interesados brindan retroalimentación al equipo de proyecto, el cual se encarga de actualizar la lista de tareas pendientes para que sean posteriormente priorizarlas para la siguiente iteración.

**Figura 2.4** Ciclo de vida adaptativo



**Nota:** Adaptación de Guía PMBOK, PMI.

A continuación, se profundiza en los marcos de trabajo ágiles que utilizan enfoque adaptativo, los cuales son ampliamente utilizados en la industria de desarrollo de software.



## 2.4 Marcos de trabajo ágiles

En 2001, se reconoce formalmente el término “desarrollo ágil” mediante el Manifiesto Ágil, donde se establecen un conjunto de valores y principios de agilidad, que dictan cómo se deben gestionar proyectos de manera flexible y colaborativa, que permita la adaptación rápida a los cambios. (*Agile Alliance, 2024a*)

Posteriormente, se popularizaron diversos marcos de trabajo ágiles, los cuales utilizan enfoques iterativos e incrementales que buscan entregar valor constantemente y trabajar en colaboración, lo cual permite que el producto evolucione según sus necesidades y flexibilidad para adaptarse a los cambios que son tomados como parte natural del proceso. (*Agile Alliance, 2024c*). Dentro de los marcos de trabajo más conocidos en la industria de software destacan Scrum y Kanban, los cuales se profundizarán en las siguientes secciones.

### 2.4.1 Scrum

Es uno de los marcos de trabajo más populares en la actualidad, especialmente común en la industria de desarrollo de software, aunque es aplicable a cualquier otra industria.

*ScrumStudy* en la Guía del SBOK, define scrum como: “*Un marco de trabajo adaptable, iterativo, rápido, flexible y eficaz, diseñado para ofrecer un valor considerable en forma rápida a lo largo del proyecto*”. (*ScrumStudy, 2022 p. 2*)

Este modelo de trabajo parte de la premisa de que los requisitos a largo plazo no se pueden entender totalmente al inicio del proyecto, por lo que hay que enfocarse en crear un equipo lo suficientemente flexible para que sea capaz de incorporar requisitos cambiantes.

Scrum propone un conjunto de 19 procesos divididos por etapas los cuales se detallan a continuación:

Fase	Procesos fundamentales de Scrum
Inicio	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Crear la visión del proyecto</li><li>2. Identificar al <i>Scrum Master</i> y a los interesados del negocio</li><li>3. Formar Equipos Scrum</li><li>4. Desarrollar épicas</li><li>5. Crear el <i>backlog</i> priorizado del producto</li><li>6. Realizar la planificación de la liberación</li></ol>
Planificación y estimación	<ol style="list-style-type: none"><li>7. Crear historias de usuario</li><li>8. Estimar historias de usuario</li><li>9. Comprometer historias de usuario</li></ol>

	10. Identificar tareas 11. Estimar tareas 12. Actualizar el <i>backlog</i> del <i>sprint</i>
Implementación	13. Crear entregables 14. Realizar <i>Daily Stand-up</i> 15. Refinar el backlog priorizado del producto
Revisión y retrospectiva	16. Demostrar y validar el <i>sprint</i> 17. Retrospectiva del <i>sprint</i>
Liberación	18. Enviar entregables 19. Retrospectiva de la liberación

**Nota:** Fases y procesos de Scrum. Adaptado de *SBOK (p. 15), Scrumstudy. 2021.*

Estos procesos proveen una estructura flexible para gestionar proyectos con Scrum de manera efectiva. Cabe destacar que estos procesos no son secuenciales sino iterativos, es decir en cada iteración se llevan a cabo todas estas fases con sus respectivos procesos o actividades.

Este marco de referencia tiene la particularidad de que brinda la posibilidad de que el equipo se autogestione con el fin de que aumente la motivación y con ello se entregue más valor. También es importante destacar que trabaja mediante un modelo iterativo, con iteraciones de que se conocen como *sprints*, donde por lo general cada *sprint* dura entre 2 y 4 semanas. Al final de cada *sprint* se realiza un entregable que tiene como objetivo ofrecer el máximo valor empresarial en el mínimo periodo de tiempo. (Novo, 2023).

Los requerimientos iniciales se van convirtiendo en lo que se conoce como historias de usuario (*User Stories*) y todo el conjunto de historias de usuario priorizadas se conoce como *Product Backlog*. Cada historia de usuario contiene criterios de aceptación para que la tarea posteriormente pueda ser aceptada y marcada como terminada.

#### 2.4.1.1 Artefactos

Los artefactos comúnmente usados en scrum son los siguientes:

- ***Product Backlog:*** Lista de todas las historias de usuario priorizadas. Este artefacto es gestionado por el *Product Owner*.
- ***Sprint Backlog:*** Es la lista de historias de usuario que se compromete el equipo de scrum a entregar al cierre del *sprint*.

- **Incremento:** Es el conjunto de elementos que se encuentran completados (*done*) y a la espera de ser liberados.  
(*Agile Alliance, 2024b*)

#### 2.4.1.2 Roles

Scrum cree en la colaboración del equipo de proyecto con el resto de involucrados del proyecto, para ello define 3 roles que interactúan de la siguiente forma:

- **Equipo scrum:** Encargados crear el *Sprint Backlog* y de generar los entregables. Estiman el esfuerzo que requiere cada historia de usuario.
- **Scrum Master:** Guía, facilita y protege al equipo scrum de impedimentos tanto internos como externos durante el proceso de crear entregables. También es el encargado de enseñar buenas prácticas de scrum al resto del equipo.
- **Product Owner:** Es el encargado de entender lo que necesita el cliente. Prioriza las historias de usuario del *backlog* del proyecto. Debe trabajar con el equipo para entender los riesgos e incertidumbre del proyecto para tomarlo en cuenta a la hora de priorizar las historias.

(Novo, 2023)

### 2.4.1.3 Ceremonias

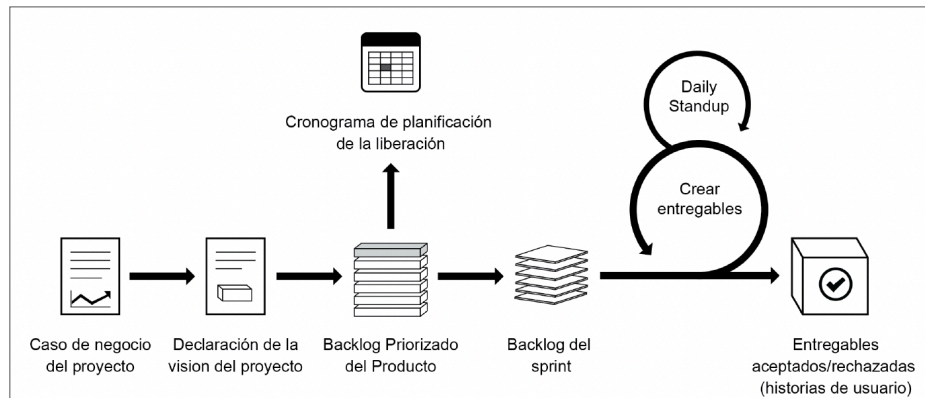
Para llevar a cabo el desarrollo de un proyecto usando scrum, es esencial contemplar el tiempo para realizar 3 ceremonias o reuniones que se detallan a continuación:

- ***Sprint Planning***: Se realiza al inicio de cada *sprint*, para determinar cuáles historias de usuario se van a trabajar durante el *sprint* que va a iniciar, es decir se crea el *sprint backlog*. Esta ceremonia se realiza en conjunto entre el *Product Owner* y el equipo scrum. Una vez que se establece el alcance del *sprint*, no se pueden agregar más elementos al *Sprint Backlog*, esto con el fin de proteger al equipo de cambios de alcance dentro de ese *sprint*.
- ***Daily Scrum o Stand-up Meeting***: Se realiza todos los días, es una reunión que no debe sobrepasar los 15 minutos de duración, cuya finalidad es que el equipo coordine las actividades del día. En esta reunión los miembros del equipo contestan las siguientes preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué haré hoy?, ¿Cuáles impedimentos tengo para realizar mis tareas?, con el fin de promover transparencia, fomentar la colaboración y evidenciar impedimentos para que el *Scrum Master* los gestione en caso de que existan.
- ***Sprint Review***: Se realiza al final del *sprint* y en ella participa todos los miembros del equipo, se revisan los resultados del *sprint* con los interesados con el fin de obtener retroalimentación y de determinar si las historias de usuario cumplen con los criterios de aceptación.
- ***Sprint Retrospective***: Se realiza después del *Sprint Review*, con el fin de reflexionar acerca de cómo resultó el *sprint* que se acaba de concluir, cuáles son las lecciones aprendidas y los ajustes que se pueden realizar para los próximos *sprints*.

(*Agile Alliance*, 2024b).

A continuación, en la **Figura 2.5** se muestra un diagrama del flujo de scrum para un *sprint*, donde se ilustran los artefactos y las ceremonias anteriormente explicados.

**Figura 2.5** Flujo de scrum para un *sprint*



**Nota:** Tomado de la Guía del SBOK (p.2) por *ScrumStudy* 2022.

## 2.4.2 Kanban

Este marco de trabajo propone la gestión del flujo de trabajo de manera muy visual y se enfoca en mejorar la eficiencia en los procesos de producción. La premisa principal es que siempre sea visible (mediante un tablero) el flujo de trabajo que se está realizando con el fin de poder detectar atrasos, impedimentos, cuellos de botella y demás deficiencias en el proceso. A diferencia de otros marcos de trabajo, Kanban no es iterativo ni tiene roles específicos. (*Agile Alliance, 2024b*)

### 2.4.2.1 Prácticas de Kanban

A continuación, se detallan las prácticas que son esenciales para utilizar el método Kanban:

- **Visualizar el trabajo:** La idea de visualizar el trabajo en el tablero, es poder detectar deficiencias y optimizar el flujo de trabajo. Además, es clave para la colaboración eficaz y la transparencia dentro del equipo.
- **Limitar el trabajo en progreso (WIP):** Se debe limitar la cantidad de trabajo en progreso para evitar la sobrecarga de trabajo y evitar se inicien tareas sin antes finalizar las que están en progreso, esto reduce los tiempos de entrega, mejora la calidad y permite realizar entregas con más frecuencia.
- **Gestionar el flujo:** se debe apuntar a siempre mantener el flujo de trabajo constante y optimizar el tiempo en que las tareas se mueven de una etapa a otra,

esto con el fin de evitar cuellos de botella, mejorar la productividad y la velocidad de entrega.

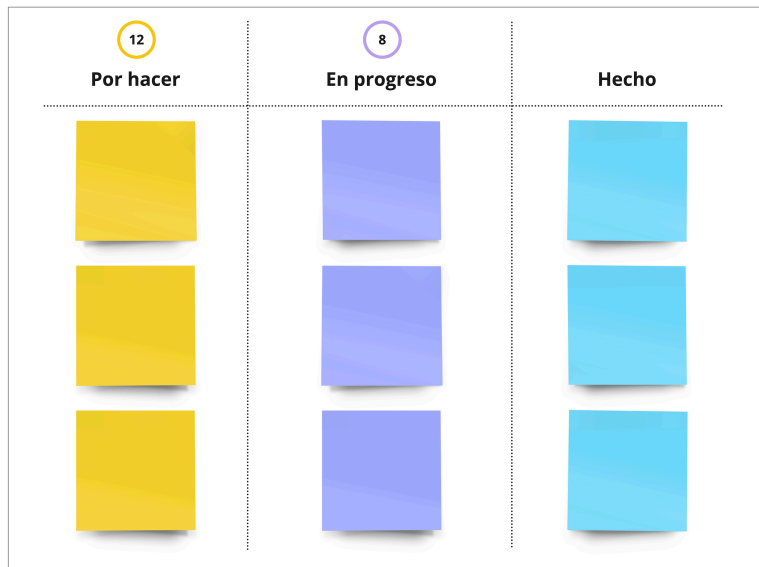
- **Hacer las políticas explícitas:** Se recomienda tener políticas que ayuden a explicar el proceso. Estas deben ser pocas, simples, bien definidas fácilmente modificables y visibles cerca del tablero. En estas políticas generalmente contienen los límites del WIP, la definición de terminado, horarios de reuniones, etc.
- **Implementar ciclos de retroalimentación:** Es necesario implementar ciclos de retroalimentación ya que son esenciales para este tipo de sistema que busca evolucionar en sí mismo y optimizar la entregas.
- **Mejorar colaborativamente, evolucionar experimentalmente:** Kanban es un método que busca la mejora continua de los procesos y esto se logra colaborativamente utilizando experimentos diseñados basados en modelos y en el método científico. Se sugiere realizar experimentos en entornos donde fallar es seguro, de manera que, si la hipótesis es correcta y el experimento da buenos resultados, se puede mantener el cambio; en caso contrario se puede volver al estado anterior fácilmente.

(Anderson & Carmichael, 2016) (*Agile Alliance*, 2024b)

#### 2.4.2.2 Tablero

Este marco de trabajo utiliza la herramienta de visualización conocida como tablero Kanban, el cual debe colocarse en un lugar visible para todo el equipo. Este tablero simple tal como se muestra en la **Figura 2.6**, cuenta con al menos 3 columnas de “estado” que por lo general son: Por hacer, En progreso, Hecho. Estas columnas pueden modificarse según necesidades del proyecto o de la empresa.

**Figura 2.6** Tablero Kanban



**Nota:** Elaboración propia

La idea es ir moviendo las tarjetas de tareas de izquierda a derecha, conforme van cambiando de estado hasta cumplir con la definición de “Hecho” que ha definido el equipo. Es importante destacar que se debe de limitar la entrada de trabajo al sistema, cada equipo define la capacidad del sistema y solamente se puede agregar trabajo si hay capacidad disponible (Anderson & Carmichael, 2016). A excepción de la columna “Hecho” se recomienda colocar el número de trabajo máximo que puede soportar cada columna (cantidad de tarjetas) en un círculo.

Con esta herramienta el equipo puede tener una visualización de todas las tareas y su estado a simple vista y de forma muy práctica, promoviendo además la transparencia.

### ***2.4.3 Estimación de proyectos ágiles***

Estimar la duración de proyectos, especialmente cuando se trata de software, es una tarea compleja ya que debido a la gran cantidad de variables a considerar. Cuando se utilizan enfoques predictivos la estimación se vuelve aún más incierta, debido a que como se menciona anteriormente los modelos predictivos planifican el trabajo y estiman la duración desde etapas muy tempranas del proyecto, esto hace que existan muchas tareas que son mal estimadas ya que a esas alturas del proyecto aún no se conoce a profundidad la complejidad de estas o su verdadero alcance. Ahora bien, cuando se habla de estimar en proyectos con enfoques ágiles, se

vuelve más manejable realizar estimaciones, ya que se hace con base en el esfuerzo y no en tiempo, además los enfoques ágiles son adaptativos y flexibles; los requerimientos pueden ir cambiando, las prioridades también, y conforme se va trabajando, se van estimando y refinando historias de usuario brindando así una mejor visión para realizar estimaciones.

Para poder profundizar en el tema de estimaciones, se debe primero descomponer el alcance del proyecto en historias de usuario épicas que son “contenedores lógicos” para una gran historia de usuario que es difícil de estimar y de completar en una iteración. Posteriormente se descompone la historia épica en características o funcionalidades que tendrán varias historias de usuario. Cada historia de usuario debe describir brevemente el requisito desde la perspectiva del usuario y contener los criterios que debe cumplir para que sea aceptada. (PMI, 2021).

Las estimaciones en proyectos ágiles utilizan estimaciones en unidades más abstractas de medida, como *story points*. Solo se pueden estimar aquellas historias que hayan sido refinadas, redactadas con claridad, comprendidas por todo el equipo y que cuenten con criterios de aceptación bien definidos.

Una vez que se han estimado las historias de usuario en *story points*, el equipo puede asumir la cantidad de trabajo que se incluirá en el *sprint backlog* y adquiere el compromiso de terminar el trabajo asumido al finalizar el *sprint*. La cantidad de *story points* del *sprint* dependerá del *Velocity* del equipo, lo cual es una métrica basada en el trabajo completado en los *sprints* anteriores.

Para realizar la estimación de proyectos ágiles se pueden utilizar diferentes técnicas entre las más comunes se encuentran:

- **Planning póker:** El equipo se reúne con el *Product Owner* y cada miembro del equipo tiene un set de cartas con valores numéricos que generalmente corresponden a la sucesión de Fibonacci. El *Product Owner* enuncia brevemente la historia de usuario y cada miembro del equipo elige la carta con el valor que considera adecuado para estimar la historia y la pone boca abajo; cuando todos han elegido se da vuelta a las cartas y se leen las estimaciones, los miembros con las estimaciones más altas y bajas justifican su estimación y se llega a un consenso jugando una o dos rondas más. Se realiza esta misma secuencia para cada historia de usuario. (*Agile Alliance*, 2024b)

- ***T-shirt sizing***: Es una forma más simple y rápida que la anterior, debido a que en esta se utilizan tallas de camisetas S, M, L, XL lo cual lo hace fácil de recordar y de entender. A diferencia del póker, esta técnica ayuda a que no se asocien las estimaciones a tiempo sino a esfuerzo. El *Product Owner* lee la historia de usuario y cada miembro del equipo le asigna una talla, si hay diferencias en la estimación, se discuten y se llega a un consenso de equipo.

#### ***2.4.4 Métricas e indicadores de desempeño en proyectos ágiles***

En cuanto a métricas e indicadores que se utilizan para el monitoreo y control de un proyecto, es importante primero definir qué una métrica es una medición general utilizada para medir el rendimiento del proyecto en cualquier aspecto, mientras que los indicadores clave de desempeño o KPI son métricas seleccionadas que se usan para evaluar el proyecto en relación con los objetivos estratégicos del proyecto. (Mitre Hernández et al., n.d.).

Sin embargo, en proyectos ágiles, las métricas e indicadores de desempeño no son tan simples por la flexibilidad y adaptabilidad de su naturaleza. Los proyectos ágiles generalmente cuentan con debilidades claras en cuanto a estimación y gestión de costos y tiempo, y los gerentes de proyecto normalmente no cuentan con suficientes evidencia que les ayuden a realizar dichas estimaciones; es por ello por lo que el seguimiento y control puede tornarse en una tarea difícil y las métricas tradicionales no funcionan y algunas deben adaptarse cuando se gestionan proyectos ágiles. (Mitre Hernández et al., n.d.).

Por ello se han creado una serie de métricas específicas para el control de proyectos con enfoque ágil, entre ellas se encuentra el *Velocity* del equipo, que mide la cantidad de esfuerzo que requiere un equipo para completar las áreas de un *sprint*, dado en una unidad de medida conocida como *Story points*. Sin embargo, al medir el trabajo en términos de esfuerzo o tamaño es difícil realizar control de costos y tiempo, es por eso que algunos autores han propuesto diferentes métodos para contar con métricas de control de proyectos ágiles. En el presente estudio se tomarán algunas de las métricas propuestas por Mitre, Martínez y Lemus, que son una combinación de métodos, incluyendo las métricas *AgileEVM*, que son una adaptación de las métricas tradicionales conocidas como *Earned Value Management (EVM)* (Sulaiman et al., n.d.).

Dichas métricas conforman un modelo sencillo donde se tienen algunas métricas base que son puntos de referencia iniciales que permiten expresar cuantitativamente algunos datos al

iniciar el proyecto, con estas métricas es posible realizar estimaciones de tiempo y costo. Entre ellas se encuentran el Tamaño Base del Producto, *Velocity* Base del Equipo, Costo Base por Iteración y Costo Base del *Story Point* por Iteración. Con estas métricas es posible realizar una estimación de costos y tiempo iniciales, siempre usando la unidad base de *Story Points*.

Posteriormente se les da seguimiento a otras métricas obtenidas conforme el proyecto avanza, como lo son la Variación de Costo y Variación del *Velocity* que comparan los estimados datos con los reales. De esta forma se logra un mejor control del estado del proyecto y a la vez de una manera más flexible que con métodos tradicionales, pero de una forma trazable y cuantificable.

## **2.5 Herramientas tecnológicas**

En la actualidad, existe una amplia variedad de herramientas tecnológicas para la gestión de proyectos, y cada día más empresas las usan con el fin de optimizar la forma en que planifican, supervisan y ejecutan sus proyectos. Esto está respaldado con los resultados presentados en el *Survey Report* del 2019 realizado por la *International Project Management Association* (IPMA), donde aproximadamente el 71% de las empresas consultadas reportó el uso de software de gestión de proyectos para mejorar la gestión de los proyectos y programas, y un 51% de las empresas reportó la utilización de software colaborativo para apoyar la ejecución del proyecto y mejorar las entregas sus entregas. (IPMA et al., 2019).

En cuanto a herramientas tecnológicas para gestionar proyectos, existe un gran abanico de categorías y usos, que van desde plataformas de software colaborativo hasta aplicaciones complejas basadas en inteligencia artificial; pero todas persiguen el mismo objetivo: permitir a los equipos mejorar su eficiencia, gestionar riesgos con mayor precisión y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real.

El uso de herramientas tecnológicas para gestionar proyectos supone muchos beneficios para cualquier empresa sin importar el tamaño, el nivel de madurez en gestión de proyectos, el tipo de proyectos o la industria a la que pertenece, al final del día los resultados son favorables para todos siempre y cuando sean elegidas y utilizadas correctamente para el propósito deseado.

En los siguientes apartados se desarrollarán algunas de las diferentes categorías de herramientas tecnológicas que son aplicables al presente proyecto y contribuirían su éxito.

### 2.5.1 Herramientas de desarrollo y control de calidad

En la industria de del software, uno de los desafíos más difíciles de resolver es la forma en la que se gestiona el código fuente y cómo se realizan las entregas o *releases*. Para enfrentar estos retos, se utiliza una fórmula que combina de tres prácticas clave: control de versiones, integración y entrega continua; ya que en conjunto mejoran la colaboración, la calidad del código y la eficiencia del proceso de desarrollo de software.

- **Herramienta de control de versiones:** Cuando se desarrolla software de manera colaborativa, cada programador tiene una versión del código fuente en su computadora (*branch*) y existe un repositorio madre en la nube donde posteriormente se integrarán los cambios de cada programador; ahí es donde las herramientas de control de versiones tienen un papel fundamental porque facilita la integración, reversión y rastreo de versiones, evitando conflictos de pérdida, sobreescritura o borrado accidental de código fuente.

Este tipo de herramientas generalmente son muy visuales y permite a los programadores tener visualización de los cambios que se integrarán en el repositorio madre.

El uso de estas herramientas también funciona como un sistema no solo de integración de versiones, sino también de respaldo en la nube lo que previene también pérdida de código ya sea accidental o por fallas a nivel de hardware. Además, el control de versiones es un sistema capaz de registrar todos los cambios realizados en un archivo o conjunto de archivos a lo largo del tiempo, permitiendo trazabilidad de cambios y la recuperación de versiones específicas más adelante. (Chacon & Straub, 2024) (Berkun, 2005)

Entre las herramientas más populares en la actualidad se encuentran Git, Subversion y Mercurial.

- **Integración Continua (CI):** Tal y como se explicó anteriormente, cada programador tiene una versión local donde realiza sus cambios, y posteriormente estos cambios son integrados en el repositorio madre, tarea que muchas veces realizan los programadores de manera manual. Sin embargo, para que esta integración se realice de manera periódica y para evitar que el nuevo código sea

de calidad y no estropee funcionalidades existentes, se han creado herramientas de integración continua que constantemente se encuentran detectando cambios, para integrarlos al repositorio madre y ejecutar pruebas automatizadas con el fin de detectar errores o conflictos en etapas tempranas. Esto es particularmente beneficioso ya que reduce riesgos y mejora significativamente la calidad del software. (GitLab, 2024)

En la actualidad las herramientas más utilizadas en la industria son Jenkins, GitLab CI/CD, CircleCI y Travis CI.

- **Entrega continua (CD):** Estas herramientas trabajan en conjunto con las de CI, y se especializan en realizar la automatización del proceso de entrega de software funcional (*release*). Estas herramientas aseguran que cualquier cambio en el código que haya pasado las pruebas automatizadas en la fase de integración, se pueda “empaquetar” y enviar automáticamente a un entorno de producción o preproducción.

Esto es especialmente útil ya que hasta hace algún tiempo realizar un *release* era una tarea compleja y que implicaba mucho esfuerzo y conocimiento por parte del equipo, existían muchos riesgos debido a que con frecuencia había fallas en el proceso. La entrega continua viene a solventar este problema de manera rápida, eficiente y segura. (GitLab, 2024)

Las herramientas más populares para realizar entrega continua son Kubernetes, Azure, DevOps, Jenkins y GitLab CI/CD.

- **Automatización de pruebas:** Son herramientas que ejecutan de forma automática los casos de prueba que permiten simular las interacciones que haría un usuario con el fin de validar el correcto funcionamiento de la aplicación. Son usados para realizar pruebas de funcionalidad, de regresión y de rendimiento.

Entre las grandes ventajas además de asegurar el cumplimiento de la calidad también ahorran costos, ya que reducen significativamente la cantidad de pruebas manuales. (Graham & Fewster, 2012). La herramienta más usada en la industria de software es Selenium debido a que soporta múltiples lenguajes de programación y navegadores web.

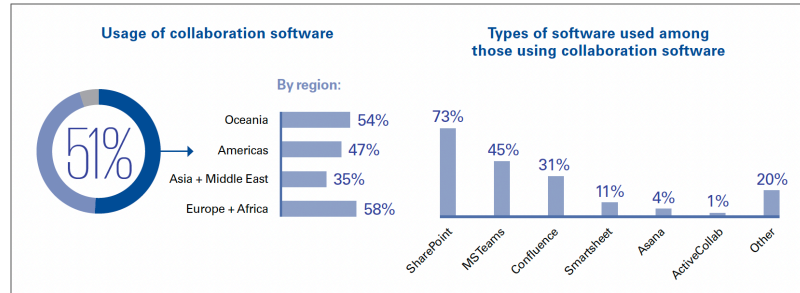
- **Calidad del código:** Se trata de un software que realiza análisis de código fuente con el fin de revisar y mejorar su calidad ya que detecta errores, defectos, vulnerabilidades, problemas de estilo, violación de reglas (establecidas previamente) y malas prácticas de codificación. También proporciona métricas u visualizaciones que permiten que los desarrolladores mejoren la calidad del código. Generalmente este tipo herramienta trabaja en conjunto con las herramientas de integración continua (CI) ya que se pueden configurar para que si el código no cumple con los parámetros de calidad no se pueda integrar automáticamente, haciendo que el desarrollador tenga que corregir las anomalías detectadas antes de integrar su código en el repositorio. En la actualidad SonarQube es la herramienta más utilizada debido a su integración con herramientas de CI/CD además porque soporta múltiples lenguajes de programación.

### ***2.5.2 Herramientas de comunicación y colaboración***

Las herramientas de colaboración son plataformas que promueven el trabajo en equipo y la eficiencia, ya que comparten información, recursos y actualizaciones en tiempo real. Este tipo de plataforma ofrece muchos beneficios como la disminución de conflictos por equipos distribuidos en diferentes zonas horarias, mejoran la transparencia y aumentan la productividad.

El uso de las herramientas de colaboración en la gestión de proyectos se evidencia en los resultados el *Survey Report* del 2019 realizado por la *International Project Management Association* (IPMA), donde el 51% de las empresas señala que utiliza software colaborativo, siendo las más utilizadas SharePoint, Microsoft Teams y Confluence como se muestra en la **Figura 2.7**. (IPMA et al., 2019).

**Figura 2.7** Uso de herramientas colaborativas según IPMA.



**Nota:** Extraído de *Survey Report 2019*, IPMA.

Por su parte, las herramientas de comunicación en gestión de proyectos tienen beneficios como lo son la mejora en la velocidad de respuesta, mayor coordinación entre los interesados, mejora en el intercambio de información y además permite una comunicación fluida y oportuna. (Berkun, 2005). Algunas de las herramientas de colaboración como Microsoft Teams incluyen herramientas de comunicación, sin embargo, en la actualidad Slack y Zoom también son muy utilizadas.

### 2.5.3 Herramientas de gestión de proyectos

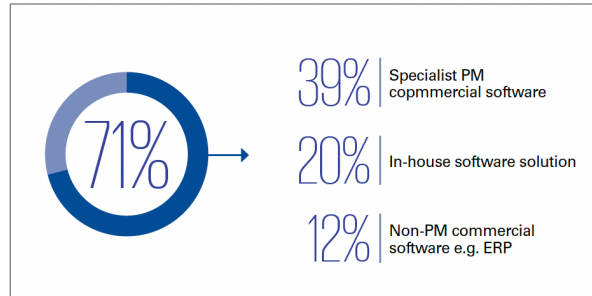
Las herramientas de gestión de proyectos tienen muchas funcionalidades según los intereses de los interesados, sin embargo, las “funcionalidades base” son aquellas que se utilizan para planificar y asignar tareas a los recursos del proyecto.

Este tipo de software a grandes rasgos permite planificar y monitorear el progreso del trabajo. También permite crear, modificar, eliminar y asignar tareas a los recursos, con el fin de llevar control centralizado del trabajo por hacer, el realizado y que se encuentra en desarrollo.

Desde hace muchos años autores como Berkun destacan la importancia de este tipo de herramientas que permiten gestionar listas de tareas, cronogramas y fechas límite. (Berkun, 2005).

Según los resultados del *Survey Report* del 2019 realizado por la *International Project Management Association* (IPMA), el 71% de las empresas consultadas utiliza software de especializado para mejorar la gestión y el control de sus proyectos, como se muestra en la **Figura 2.8**, donde un 39% utiliza software comercial especializado en gestión de proyectos, 20% ha desarrollado su propio software y un 12% utiliza otro software no especializado. (IPMA et al., 2019)

**Figura 2.8** Uso de software de gestión de proyectos según IPMA



**Nota:** Extraído de *Survey Report 2019*, IPMA.

Lo anterior evidencia que un gran porcentaje de empresas tiene la necesidad de este tipo de software para gestionar sus proyectos y hoy en día este tipo de soluciones son una realidad para las empresas que se desarrollan proyectos. En la actualidad la mayoría de estas herramientas son online y son muy visuales, lo que permite que sea accesible para todos los interesados en tiempo y mejorando la transparencia con respecto al estado actual del proyecto. Entre las herramientas más utilizadas en la actualidad, especialmente para proyectos ágiles se encuentran Jira, Trello, Monday.com y Asana, las cuales ofrecen una amplia variedad de funcionalidades, personalizaciones y automatizaciones. Por otra parte, para proyectos con enfoque predictivos Microsoft Project y Smartsheet son los más utilizados.

### **Capítulo 3 Marco metodológico**

En este capítulo se describe la metodología que se utilizó para desarrollar la investigación y lograr los productos de los objetivos específicos y la solución a la problemática planteada. Inicialmente se definen las categorías de estudio, además se indican las técnicas y se desarrollan los instrumentos para la recolección de datos, se identifican los sujetos y fuentes de información, se describen los productos y subproductos a obtener de cada objetivo específico y se definen los métodos y herramientas que se utilizarán en el capítulo de análisis para procesar la información obtenida.

#### **3.1 Categorías de la investigación**

En el **Cuadro 3.1** se desarrollan las categorías u objetos de estudio que permiten profundizar en el tema de la investigación planteada, así como las preguntas generadoras que buscan brindar la información requerida para cumplir con los objetivos y alcances planteados para el proyecto.

**Cuadro 3.1. Categorías de la investigación**

<b>Categoría:</b> Gestión de proyectos				
<b>Definición conceptual de la categoría:</b> Proceso mediante el cual se planifica, organiza, supervisa y controla el desarrollo de un proyecto para lograr cumplir con la triple restricción (alcance, costo y tiempo) así como con el objetivo del proyecto				
<b>Sub-categorías</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Pregunta Generadora</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Marcos de trabajo	Son conjuntos de buenas prácticas, enfoques, procesos y técnicas que proponen una guía para ejecutar proyectos con mayores probabilidades de éxito.	1. ¿Cuáles buenas prácticas son aplicables y ayudarían a mejorar la probabilidad de éxito del proyecto? 2. ¿Qué herramientas, técnicas y procesos se pueden utilizar en el proyecto?	Investigación bibliográfica. Juicio experto.	Ficha bibliográfica. <i>Apéndice F: Revisión bibliográfica</i>
Herramientas tecnológicas de gestión de proyectos	Herramientas especializadas para realizar tareas relevantes en la gestión de proyectos: comunicación, asignación y control de tareas, gestión de código fuente, visualización de etapas, gestión de recursos, etc.	3. ¿Cuáles herramientas tecnológicas aportarán más valor en términos de gestión del proyecto? 4. ¿Cuáles herramientas serían más probable que se adopten para este proyecto?	Investigación bibliográfica. Juicio experto.	Ficha bibliográfica. <i>Apéndice F: Revisión bibliográfica</i>
<b>Categoría:</b> Proyecto: “Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores”				
<b>Definición conceptual de la categoría:</b> Corresponde a las características, requisitos, ciclo de vida y los recursos para la realización del proyecto.				
<b>Sub-categorías</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Pregunta Generadora</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Requisitos de usuario	Funcionalidad que espera el cliente que realice el sistema	5. ¿Cuáles son los problemas que buscan resolver con la implementación del proyecto? 6. ¿Cuáles son las características y requerimientos del proyecto? 7. ¿Cuáles son las funcionalidades prioritarias que deben desarrollarse?	Observación directa Entrevistas Juicio experto	Guía de observación. <i>Apéndice E: Observación directa</i> Guía de entrevista <i>Apéndice D: Entrevista semi estructurada</i>
Ciclo de vida del proyecto	Conjunto de etapas necesarias para generar un producto final.	8. ¿Qué enfoque de ciclo de vida se adapta mejor a las necesidades del cliente y las particularidades del proyecto? 9. ¿Cuáles son los procesos e involucrados en cada etapa?	Filtros de idoneidad Juicio experto	Cuestionario de filtros de idoneidad. <i>Apéndice G: Filtros de idoneidad</i>

**Nota:** Elaboración propia

### 3.2 Población y muestra – Sujetos de investigación

El presente proyecto se realiza en una empresa que cuenta con menos de 10 colaboradores, por lo tanto, la población de interés de este estudio es reducida y corresponde a casi todos los colaboradores (se excluyen mecánicos ya que no tienen relación directa con el proyecto). Al ser una población reducida no es requerida una muestra.

Para realizar el estudio se agrupan los sujetos dependiendo del área de experiencia/conocimiento de la siguiente manera: propietario, personal administrativo y personal operativo; ya que como involucrados del proyecto estas tres áreas tienen diferentes intereses y aportarán información de acuerdo con su rol.

A continuación, en el **Cuadro 3.2** se procede a detallar cada uno de los sujetos de estudio:

**Cuadro 3.2** Sujetos de estudio

Sujeto/Grupo de sujetos	Rol del sujeto	Razones para tomar en consideración en el estudio
<b>Propietario</b>	Es el patrocinador del proyecto y es el líder de la empresa (1 persona)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es la persona que conoce del negocio.</li> <li>- Como patrocinador y principal usuario del sistema conoce las necesidades que desea satisfacer con el software y las funcionalidades prioritarias.</li> <li>- Como patrocinador puede tomar decisiones clave en el proyecto.</li> <li>- Brindará información valiosa para el levantamiento de requisitos y con quien se tiene contacto más directo.</li> <li>- Brindará información acerca de las preferencias y los plazos de entrega.</li> </ul>
<b>Personal administrativo</b>	Corresponde a la asistente administrativa y al contador de la empresa (2 personas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brindarán información técnica necesaria para el levantamiento de requisitos ya que conocen los detalles de facturación y servicio al cliente, presupuestos, fechas límites y finanzas</li> <li>- Serán usuarios del sistema.</li> </ul>
<b>Personal operativo</b>	Corresponde a los choferes de los camiones (3 personas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serán los usuarios finales del sistema.</li> <li>- Brindan información operativa necesaria para el levantamiento de requisitos.</li> </ul>

**Nota:** Elaboración propia

### **3.3 Fuentes de información**

Las fuentes de información bibliográficas primarias según Hernández son aquellas que “proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes” (Hernández Sampieri et al., 2014 pag.61). Se puede decir que son datos nuevos u originales, y directos, es decir que no tienen referencia a otras fuentes.

Por otra parte, las fuentes secundarias son los datos que no provienen directamente de la recolección de datos, sino que han sido recolectados por otros investigadores y que implica la revisión de estos, es decir, son datos que han sido analizados, interpretados o sintetizados a partir de datos originales que ya han sido publicados anteriormente (Hernández Sampieri et al., 2014 pág. 252).

Para el presente proyecto se clasificarán las fuentes bibliográficas en primarias y secundarias

como se muestra en el **Cuadro 3.3** y

### Cuadro 3.4.

**Cuadro 3.3** Fuentes de información primarias

<b>Primarias</b>	
<b>Fuente</b>	<b>Información por obtener</b>
Resultado de entrevista semiestructurada	<ul style="list-style-type: none"><li>- Requisitos y expectativas que deben ser cumplidos por el proyecto para satisfacer las necesidades del cliente y de las partes interesadas.</li><li>- Determinar el involucramiento de los usuarios durante el proceso de desarrollo de software.</li></ul>
Resultado de la observación	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recolección de información para analizar el flujo operativo y con ello determinar los módulos del sistema.</li><li>- Identificar procesos y requisitos que no hayan sido mencionados explícitamente.</li><li>- Recolección de datos relevantes en los procesos operativos que serán traducidos a requisitos y sus prioridades.</li></ul>

**Nota:** Elaboración propia

**Cuadro 3.4** Fuentes de información secundarias

Secundarias	
Fuente	Información por obtener
Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buenas prácticas de gestión aplicables al proyecto.</li> <li>- Ciclos de vida de los proyectos aplicables al proyecto.</li> </ul>
Guía del SBOK - Guía de los fundamentos de Scrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejores prácticas para la aplicación del modelo Scrum</li> </ul>
Guía Práctica de Ágil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección del ciclo de vida del proyecto</li> </ul>
<i>Essential Kanban Condensed</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejores prácticas para la aplicación del modelo Kanban</li> </ul>
Artículos de revistas o literatura especializada en desarrollo de software y herramientas para gestión de proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos para el desarrollo del marco teórico.</li> <li>- Información que servirá de insumo para decidir las herramientas tecnológicas que se utilizarán.</li> </ul>

**Nota:** Elaboración propia

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

A continuación, se detallan las técnicas y herramientas utilizados para recopilar los datos de la presente investigación, así como los sujetos, el objetivo, el contexto, la técnica de aplicación y sus respectivas categorías y preguntas generadoras.

#### 3.4.1 Entrevista semi-estructurada

Se aplica una entrevista semiestructurada que cuenta con un guion para dirigir la entrevista, con el fin de obtener información relevante con respecto al alcance del proyecto y los posibles modelos de gestión que se adapten mejor a sus particularidades. A pesar de que el entrevistador cuenta con un guion de preguntas, tiene libertad para agregar preguntas o profundizar en temas que considere de interés para obtener más información o detalles adicionales. (Apéndice D: Entrevista semi estructurada)

**Preguntas generadoras que atiende:** ¿Cuáles son los problemas que buscan resolver con la implementación del proyecto? ¿Cuáles son las características y requerimientos del proyecto? ¿Cuáles son las funcionalidades prioritarias que deben desarrollarse? ¿Qué tipo de ciclo de vida se adapta mejor a las necesidades del cliente y las particularidades del proyecto?

**Categoría de estudio a la que pertenece:** Proyecto: “Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores”

**Subcategorías de estudio:** Requisitos de usuario y Ciclo de vida del proyecto.

**Objetivos de la entrevista:**

- Identificar los módulos/características mínimas que debe tener el sistema y con ello realizar un levantamiento de requisitos preliminar y determinar a grandes rasgos el alcance del proyecto.
- Recopilar información adicional que permita caracterizar el proyecto y determinar el ciclo de vida más para el proyecto.
- Evaluar el nivel de familiaridad de los usuarios finales con herramientas tecnológicas para anticipar riesgos asociados a la falta de experiencia en el uso de software.

**Sujetos a los que se les aplicará la entrevista:** Existen 2 guiones distintos, uno para el propietario y otro para los demás sujetos, debido a que tienen intereses distintos y aportan información basada en esos intereses. A continuación, se detallan los sujetos a los que se les aplica la entrevista:

- **Propietario de la compañía:** es el impulsor del proyecto, conoce el negocio y las necesidades que desea todas satisfacer con el sistema. Además, será el usuario administrador del sistema. Se aplica la entrevista de forma individual y virtual.
- **Choferes:** Son los usuarios finales del sistema y es de importancia conocer las necesidades operativas que se pueden solucionar por medio del sistema. Se aplica la entrevista de manera presencial e individual.
- **Asistente administrativa:** Es parte de los usuarios finales y sabe las necesidades en materia de facturación que deben ser resueltas. Se aplica la entrevista de manera individual y presencial.

### **3.4.2 Observación directa**

Para mejorar la comprensión del flujo operativo y sus procesos es necesario realizar labores de observación, con el fin de obtener información acerca de los posibles módulos del sistema y datos valiosos para el levantamiento de requisitos. Para ello se emplea la técnica de observación directa de forma pasiva con el objetivo de que el investigador no incluya en el proceso ni sea visto como intrusivo. Se realiza una guía de observación con aspectos a observar. (Apéndice E: Observación directa)

**Preguntas generadoras que atiende:** ¿Cuáles son los problemas que buscan resolver con la implementación del proyecto? ¿Cuáles son las características y requerimientos del proyecto? ¿Cuáles son las funcionalidades prioritarias que deben desarrollarse?

**Categoría de estudio a la que pertenece:** Proyecto: “Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores”

**Subcategorías de estudio:** Requisitos de usuario.

**Objetivos de la observación:**

- Analizar el flujo operativo para posteriormente determinar los posibles módulos del sistema.
- Identificar procesos y requisitos que no hayan sido mencionados explícitamente.
- Detectar deficiencias en el proceso que deben ser solucionadas a nivel de software.
- Recolectar datos relevantes en los procesos operativos que pueden ser utilizados en el levantamiento de requisitos.

**Contexto:**

Se realiza la observación en 2 oportunidades, la primera se da en un día donde la mayor parte de las labores son de entrega de contenedores con el fin de poder observar el proceso operativo desde el inicio y poder determinar deficiencias en el proceso de entrega de contenedores y asignación de choferes. Además, la asistente administrativa debe realizar más labores de ingreso de pedidos de contenedores, lo cual es un proceso operativo importante que debe implementarse a nivel de software.

La segunda observación se da en un día donde la mayoría de las tareas son de recolección de contenedores para detectar deficiencias en el proceso de recolección y trazado de rutas

que pueden ser solventadas a nivel de software y además al ser un día donde la asistente administrativa debe realizar más labores de facturación.

Para ambas observaciones se realizan en un intervalo correspondiente a una jornada laboral completa y como el objetivo principal es observar procesos y no sujetos, no se requiere una muestra.

### **3.4.3 Revisión bibliográfica**

En los proyectos de investigación con enfoque cualitativo como el presente estudio, se realiza una revisión de literatura que resulta crucial ya que guía la investigación, debido a que toda la información que se recolecta es utilizada para plantear el problema, definir la teoría y posteriormente analizar los resultado y proponer soluciones.

Cabe destacar que para el desarrollo de esta investigación se sigue el proceso sugerido por Hernández Sampieri, el cual establece que la revisión bibliográfica tiene las siguientes fases:

- **Detección:** Es una búsqueda exhaustiva de fuentes relevantes para el tema de investigación.
- **Consulta:** En esta etapa se procede a revisar, leer, analizar y consultar los textos seleccionados en el paso anterior. Aquí el investigador se evalúa la calidad, relevancia y actualidad de los documentos.
- **Extracción y recopilación:** Se extrae la información relevante y recopila la fuente citada para su posterior citación.
- **Integración:** En algunas ocasiones también llamada triangulación, es donde se integran los hallazgos de la revisión en la investigación.

(Hernández Sampieri et al., 2014).

En este estudio se utiliza la revisión bibliográfica como herramienta para el desarrollo del marco teórico, consulta de buenas prácticas y para fundamentar la toma de decisiones como la selección del ciclo de vida del proyecto, marcos de trabajo a utilizar y las herramientas tecnológicas sugeridas. El instrumento utilizado para la revisión biobibliográfica se adjunta en el Apéndice F: Revisión bibliográfica.

**Preguntas generadoras que atiende:** ¿Cuáles buenas prácticas son aplicables y ayudarían a mejorar la probabilidad de éxito del proyecto? ¿Qué herramientas, técnicas y

procesos se pueden utilizar en el proyecto? ¿Cuáles herramientas tecnológicas aportarán más valor en términos de gestión del proyecto?

**Categoría de estudio a la que pertenece:** Gestión de proyectos

**Subcategorías de estudio:** Marcos de trabajo y Herramientas tecnológicas de gestión de proyectos.

**Objetivos de la revisión bibliográfica:**

- Recolectar información que será utilizada para plantear el problema, definir la teoría y posteriormente analizar los resultados y proponer soluciones.

#### ***3.4.4 Filtros de idoneidad para modelos de gestión***

Este modelo evaluará los ciclos de vida predictivo, híbrido y ágil. El investigador como responsable de la gestión del proyecto y la visión general que tiene del proyecto cuenta con las capacidades y la perspectiva necesaria para contestar el cuestionario, sin embargo, debido a que una sola persona no debe determinar el modelo de idoneidad del proyecto porque podría estar sesgada, se responde de manera conjunta con el patrocinador del proyecto, quien tiene valiosos aportes de la visión del proyecto, sus necesidades y conocimiento de su propia empresa. El investigador explica cada una de las preguntas y le da contexto al patrocinador con ayuda de ejemplos con vocabulario adaptado sus conocimientos. (Apéndice G: Filtros de idoneidad)

**Preguntas generadoras que atiende:** ¿Qué enfoque de ciclo de vida se adapta mejor a las necesidades del cliente y las particularidades del proyecto? ¿Cuáles son los involucrados en cada etapa?

**Categoría de estudio a la que pertenece:** Proyecto: “Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores”

**Subcategorías de estudio:** Ciclo de vida del proyecto

**Objetivo de los filtros de idoneidad:**

- Realizar una evaluación del proyecto para la selección del ciclo de vida que se adapte mejor a las particularidades del proyecto y de la empresa.

**Proceso de aplicación:**

Se responde a un cuestionario, que consta con 12 aspectos a evaluar, para cada uno de estos aspectos se selecciona cuál de las 3 descripciones se adapta mejor la situación de la cultura, el equipo o el proyecto a evaluar.

Posteriormente se procede a interpretar los resultados visualizados en un gráfico de radar con tres posibles áreas (ágil, híbrido o predictivo). En este gráfico los valores más cercanos al centro, significa que existe un mejor ajuste a enfoques ágiles y los valores más cercanos al perímetro del círculo significa que es mejor optar por un enfoque predictivo, mientras que la zona intermedio significa que se el enfoque híbrido se ajustaría mejor al proyecto.

Para finalizar se toma una decisión conjunta acerca del modelo a utilizar, se discuten los resultados y se habla de los pro y contra de cada modelo.

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

En esta sección se explica cómo se obtendrán los datos y posteriormente se transformarán en información necesaria para lograr el objetivo del presente proyecto.

#### **Etapa 1: Entrevista semiestructurada y observación**

En esta primera fase se debe recabar la mayoría de información para tener claridad de las necesidades que se deben satisfacer con la implementación del sistema, así como otros detalles necesarios para determinar el alcance del proyecto. Con respuestas a las preguntas planteadas en la entrevista, se realiza una tabulación de datos y una codificación por tema (necesidades del cliente, desafíos actuales, expectativas del nuevo sistema, formas de comunicación) y categorías (alcance, requisitos, módulos, prioridades, involucramiento, preferencia de entrega). Con la información recolectada en la observación se realiza una triangulación con los datos de la entrevista, así como también se realiza un análisis detallado de los puntos críticos del proceso y las ineficiencias detectadas. Posteriormente, estos datos son convertidos en información que ayudara a tomar decisiones en la definición del alcance, requisitos, módulos, prioridades, involucramiento y preferencias de entrega.

#### **Etapa 2: Filtros de idoneidad e investigación bibliográfica**

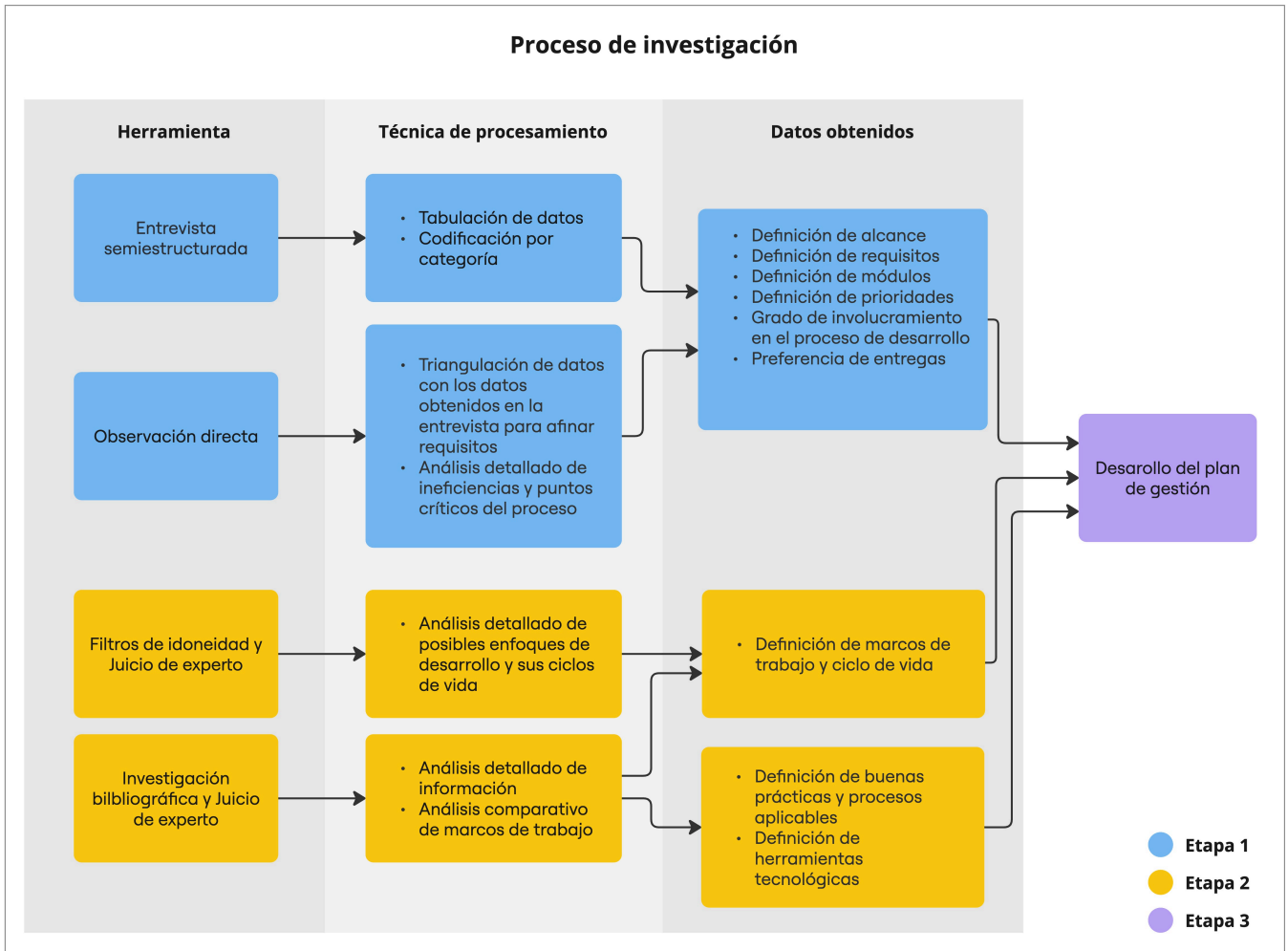
En esta etapa se recolectan datos provenientes de la aplicación de los filtros de idoneidad y de la investigación bibliográfica, luego con ayuda de juicio experto se realiza un análisis detallado y comparativo que permita definir los marcos de trabajo, buenas prácticas y procesos aplicables y herramientas tecnológicas.

### Etapa 3: Desarrollo del plan de gestión

Las salidas de las Etapas 1 y 2, son los insumos para proceder a desarrollar el plan de gestión del proyecto.

A continuación, en diagrama de la **Figura 3.1** se ilustra las etapas de la investigación y las técnicas de procesamiento.

**Figura 3.1** Etapas del proceso de investigación



**Nota:** Elaboración propia.

### **3.5.1 Productos de la investigación**

En la siguiente sección se detalla cuáles son los productos esperados para cada objetivo específico, así como la contribución cada en el logro del objetivo general de esta investigación.

**Objetivo específico #1:** *Realizar un análisis exhaustivo y una caracterización del proyecto mediante el levantamiento de requisitos para la determinación del alcance y funcionalidades requeridas por el usuario.*

Este objetivo busca la realización de un análisis y caracterización del proyecto mediante el levantamiento de requisitos y el alcance del proyecto, para dar paso al inicio formal del proyecto, generando dos productos: el acta de constitución y el documento de definición de requisitos iniciales. La mayoría de los datos necesarios para su elaboración proviene de la entrevista y la observación directa. Ambos documentos contribuyen inicialmente a la caracterización del proyecto y posteriormente a la planificación, diseño e implementación del producto final, y contiene insumos necesarios para empezar a desarrollar los planes subsidiarios para el plan de gestión propuesto en el objetivo general. A continuación, se detallan ambos productos.

- **Acta de constitución del proyecto:** Es un documento redactado en forma de texto explicativo que reúne las necesidades y expectativas del cliente, su objetivo es detallar cuáles funcionalidades estarán contempladas en el sistema y cuáles no (limitar el alcance), además es el punto de partida para el inicio del proyecto ya que se plasma la visión de este. Contiene la justificación del proyecto, los objetivos, descripción del sistema (requisitos de alto nivel), alcance del producto, plazos, presupuesto, interesados clave, restricciones, suposiciones, riesgos potenciales (alto nivel) y criterios de aceptación.
- **Documento de definición de requisitos:** Es un documento redactado en forma de texto explicativo donde se detallan las funcionalidades del sistema y su prioridad, los requerimientos técnicos, restricciones y criterios de aceptación específicos de cada requisito.

**Objetivo específico #2:** *Establecer el enfoque del ciclo de vida adecuado para el proyecto a través del análisis del alcance y particularidades del proyecto para la estructuración de las fases del proyecto y la integración de procesos necesarios para su correcta ejecución.*

Debido a que este objetivo busca establecer cuál es el mejor enfoque y ciclo de vida del proyecto se propone realizar un análisis de los resultados obtenidos en los filtros de idoneidad para determinar el enfoque de ciclo de vida (ágil, predictivo o híbrido) y además crear un diagrama del ciclo de vida sugerido según el juicio experto. Los dos productos resultantes de este objetivo contribuyen al cumplimiento del objetivo general ya que, al estructurar el proyecto en etapas (y su posterior seguimiento de estas etapas), se asegura una gestión adecuada y una mayor probabilidad de alcanzar el éxito del proyecto.

A continuación, se detallan los productos esperados:

- **Diagrama de ciclo de vida:** Presentación visual del flujo del ciclo de vida del proyecto que incluye cada una de sus etapas y ubica visualmente los entregables.
- **Definición de ciclo de vida:** Este producto consiste en un texto explicativo donde se detallan el tipo de enfoque elegido (ágil, predictivo, híbrido), los procesos clave comprendidos en cada etapa (Inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, cierre), los entregables (características y plazos), los roles y responsabilidades de los involucrados en cada etapa.

**Objetivo específico #3:** *Identificar las buenas prácticas de gestión de proyectos mediante una investigación bibliográfica de los diferentes marcos de trabajo existentes para la selección de los procesos, artefactos y herramientas aplicables a la gestión del proyecto.*

Este objetivo busca consolidar una lista de buenas prácticas, procesos, artefactos y herramientas y marcos de trabajo para la gestión de proyectos de software que sean aplicables al proyecto. Su principal insumo son los resultados de la investigación bibliográfica. Representa un punto clave para el plan de gestión ya que propone una lista de elementos a utilizar que

impactarán directamente en el éxito del proyecto. A continuación, se describen los dos productos resultantes:

- **Matriz comparativa de marcos de trabajo de desarrollo de software:** Consiste en una tabla comparativa de los marcos de trabajo aplicables a las particularidades del proyecto y una breve justificación de la elección del marco seleccionado.
- **Lista de elementos aplicables:** Una lista de buenas prácticas, procesos, artefactos, herramientas seleccionadas para el desarrollo del proyecto.

**Objetivo específico #4:** *Desarrollar un plan de gestión del proyecto que incluya los planes subsidiarios y herramientas de seguimiento y control para la maximización de las probabilidades de éxito del proyecto.*

Este objetivo obedece a la creación de los planes subsidiarios necesarios para la gestión del proyecto. Sus insumos son el documento de requerimientos y el acta de constitución (producto del objetivo número 1) y los resultados de la investigación bibliográfica (objetivo número 2). Todos los planes de gestión son explicativos y en ocasiones se implementará el uso de tablas o cuadros para su mejor comprensión. A continuación, se detalla cada uno de los productos de este objetivo:

- **Plan de gestión del alcance:** Consta de la descripción del trabajo a realizar, los objetivos del proyecto, los entregables, y los criterios de aceptación.
- **Plan de gestión del tiempo:** En este se explica cómo planificar, monitorear y controlar las actividades del proyecto con el objetivo de cumplir con los tiempos establecidos.
- **Plan de gestión de costos:** Detalla cómo se estimarán, presupuestarán y controlarán los costos del proyecto.
- **Plan de gestión de las comunicaciones:** Detalla cómo se manejan las comunicaciones, los canales, la forma de divulgación y el nivel de comunicación con los involucrados.
- **Plan de gestión de riesgos:** Se plantea el plan para identificar, monitorear y mitigar los riesgos asociados al proyecto.

- **Plan de gestión de la calidad:** Establece los estándares que garanticen el cumplimiento de la calidad de los entregables.
- **Plan de gestión de cambios:** Detalla quiénes serán parte del comité de gestión de cambios, y describe el proceso a seguir para realizar cambios (recibir, aprobar e implementar cambios).

### ***3.5.2 Técnicas de procesamiento***

A continuación, se describen las técnicas de procesamiento utilizadas para convertir la información obtenida en la investigación en datos relevantes para el presente proyecto.

- **Codificación de datos (abierta y axial):** Esta técnica permite organizar los comentarios en categorías significativas. Primeramente, se describen las categorías emergentes de la codificación abierta, posteriormente se agrupan las categorías en temas y se relacionan las categorías (axial). Se debe asignar un código a cada categoría y tema. (Hernández Sampieri et al., 2014). Se utiliza para ayudar al proceso de tabulación de datos de la entrevista y observación y posteriormente traducirlo a requisitos.

A continuación, se propone un ejemplo de las tablas a utilizar para realizar la codificación de datos, donde, en la

**Tabla 3.1** Codificación por categorías, se anota la frecuencia con que se menciona determinada categoría, y en la segunda, **Tabla 3.2** Codificación por tema, se agrupan las categorías en temas más generales de manera que se reduce y se simplifica el contenido de la información. Posteriormente se crea una tabla donde se hace la integración de ambas tablas que se utilizará en el Capítulo 4 de Análisis de resultados.

**Tabla 3.1** Codificación por categorías

<b>Código categoría</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia de mención</b>
<b>C-001</b>	Recolección y entrega de contenedores.	
<b>C-002</b>	Gestión de contenedores: ingreso de órdenes, ubicación y rastreo de contenedores.	
.....		

**Nota:** Elaboración propia.

**Tabla 3.2** Codificación por tema

<b>Código tema</b>	<b>Tema</b>	<b>Categorías</b>
<b>T-001</b>	Gestión de operaciones	Recolección y entrega de contenedores.
		Gestión de contenedores: ingreso de órdenes, ubicación y rastreo de contenedores.
<b>T-002</b>		

**Nota:** Elaboración propia.

**Tabulación simple de datos:** Se utiliza para agrupar y organizar las respuestas de las preguntas de la entrevista. Tanto las respuestas a las preguntas abiertas como las que utilizan la escala de Likert se presenta un resumen en forma de tabla, que posteriormente son codificadas con el sistema de codificación anteriormente descrito. Las preguntas que usan escala de Likert también utilizarán gráficos para mostrar los resultados de una forma más visual. En la

- **Tabla 3.3** Tabulación de datos, se presenta un ejemplo de la tabla a utilizar para tabular la información obtenida de las entrevistas.

**Tabla 3.3** Tabulación de datos

Sujeto	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta N

**Nota:** Elaboración propia.

- **Triangulación de datos:** Se utiliza para contrastar diferentes fuentes e instrumentos de recolección de los datos (Hernández Sampieri et al., 2014). En este caso se utiliza para integrar los datos obtenidos en la entrevista y la observación directa y también para encontrar inconsistencias. En la **Tabla 3.4** se muestra la forma en la que se organiza la información para realizar la triangulación de datos.

**Tabla 3.4** Triangulación de datos

Categoría	Resultados de Entrevista	Resultados de Observación	Resultado triangulación		Conclusión
			Coincide	No coincide	
C-0001			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C-0002			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Nota:** Elaboración propia.

- **Análisis detallado:** Cuando se recolectan una gran cantidad de información, es necesario seleccionarla, analizarla, procesarla y organizarla; para ello se realiza un análisis detallado. En el presente estudio se utiliza para la organización e integración de información obtenida de las fuentes primarias y secundarias de información.

En la **Tabla 3.5** se muestra cómo se realiza el análisis de información detallado y en la última columna, se especifica en qué parte de la investigación fue

utilizada la información (Marco teórico, Marco Metodológico, Análisis de resultados, Propuesta de solución)

**Tabla 3.5** Análisis de datos

Fuente de información	Resumen información extraída	Uso			
		MT	MM	AR	PS
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Nota:** Elaboración propia.

**MT:** Marco teórico, **MM:** Marco Metodológico, **AR:** Análisis de resultados, **PS:** Propuesta de solución.

- **Análisis comparativo:** El análisis comparativo de los datos permite establecer similitudes y diferencias entre los datos que han sido obtenidos y plasmarlos de una forma visual, eficaz y sencilla de comprender. En este estudio se realiza para comparar los distintos marcos de trabajo/enfoques de desarrollo aplicables al proyecto. A continuación, en el **Cuadro 3.5** se presenta un formato utilizado para realizar el análisis comparativo de marcos de trabajo.

**Cuadro 3.5** Comparativa marcos de trabajo/enfoques de desarrollo

	Scrum	Kanban	Cascada
<b>Características</b>			
<b>Beneficios</b>			
<b>Desventajas</b>			

**Nota:** Elaboración propia.

## Capítulo 4 Análisis de Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la recolección y análisis de datos, utilizando las herramientas y técnicas detalladas en el Capítulo 3 y evidenciando como aportan estos datos al cumplimiento de los objetivos planteados. El contenido se agrupa en cuatro secciones que corresponden a análisis de requisitos y generalidades del proyecto, análisis de los enfoques de ciclo de vida, análisis de buenas prácticas de gestión y por último un análisis integral de la relación de los puntos anteriores y de los resultados generales.

### 4.1 Análisis de requisitos y generalidades del proyecto

En esta sección se realiza el análisis de los datos obtenidos en la entrevista y la observación directa, que aportan los insumos necesarios para el cumplimiento del primer objetivo planeado que tienen como resultado la elaboración del Acta de Constitución del Proyecto y el Documento de definición de requisitos.

El objetivo de la aplicación de estos dos instrumentos es obtener información general del proyecto, las necesidades de la organización, y adicionalmente también determinar el grado de involucramiento de los interesados y sus prioridades, por lo tanto, en los siguientes dos puntos se realiza el análisis necesario para caracterizar el proyecto a profundidad y definir el alcance de este.

#### 4.1.1 Análisis de la entrevista

La entrevista tiene 3 objetivos, como se puede apreciar en la sección **3.4.1 Entrevista semi-estructurada**, los cuales se pueden resumir en obtener información que sirva para caracterizar el proyecto, en términos de ciclo de vida y alcance del proyecto, las restricciones de tiempo y costo, nivel de familiaridad de los futuros usuarios con herramientas tecnológicas, nivel de involucramiento y comunicación de los involucrados y finalmente información de las funcionalidades o requisitos del sistema que permitan dimensionar el alcance del proyecto; por lo tanto, a continuación se realiza el análisis de la información desde esta óptica.

**Objetivos de la organización con respecto al proyecto:** Durante la entrevista el propietario y patrocinador del proyecto expresa que el objetivo principal de este proyecto es desarrollar un sistema informático a la medida que logre solucionar las deficiencias operativas y

logísticas que en la actualidad representan un 70% de las pérdidas económicas de la empresa, lo cual es crucial, ya que cada año se están reduciendo significativamente las ganancias percibidas. La empresa espera que un año después de la implementación total del sistema, se reduzca en al menos un 60% las pérdidas asociadas a las deficiencias operativas.

**Costo:** El presupuesto máximo es de \$80.000 otorgado mediante un préstamo para mejoras tecnológicas, en caso de que exceda el presupuesto, se debe terminar el proyecto con las funcionalidades desarrolladas hasta ese momento, en caso contrario, el presupuesto será utilizado para la realización de una segunda etapa del proyecto.

**Tiempo:** Con respecto al tiempo no existen restricciones específicas de la duración total del proyecto, sino que más bien se obtenga un producto mínimo viable en el menor tiempo posible, de manera que desde etapas tempranas del proyecto se puedan ir solventando las necesidades más urgentes que tiene la organización para reducir sobre costos operativos. Se estima que la fecha de inicio del proyecto es el 3 de febrero 2025.

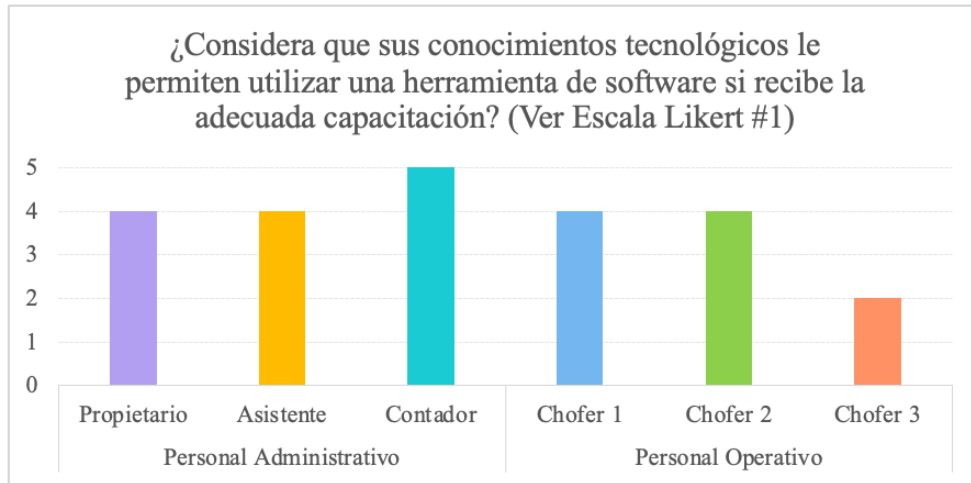
**Alcance:** El propietario y patrocinador tiene muy claro el alcance del proyecto y puede distinguir las funcionalidades necesarias de las prioritarias, además comprende que hay funcionalidades que le gustaría implementar pero que deben esperar a una segunda fase del proyecto.

**Ciclo de vida del proyecto:** El propietario y patrocinador manifiesta que desea entregables que vayan solucionando sus problemas en el menor tiempo posible, adicionalmente también menciona que desea un desarrollo a la medida donde pueda dar retroalimentación de los puntos de mejora y esos puntos sean atendidos lo más pronto posible.

**Nivel de familiaridad de los usuarios:** Como se puede apreciar en el gráfico de la

**Figura 4.1**, en una escala de Likert de 1 a 5, la mayoría de los entrevistados considera que tiene conocimientos que le permitirían usar herramientas tecnológicas, sin embargo, la mayoría también hace énfasis en que deben ser capacitados para usar las herramientas de la mejor manera. El personal operativo es el que tiene menos conocimientos tecnológicos. También algunos mencionan que apreciarían que la herramienta sea amigable con el usuario (ver **Tabla 4.1** en la Categoría C-005). Estos datos serán considerados en el levantamiento de requisitos no funcionales (interfaz amigable) y también revelan la importancia del desarrollo de un plan de capacitación del personal una vez entregado el sistema.

**Figura 4.1** Gráfico de conocimientos tecnológicos



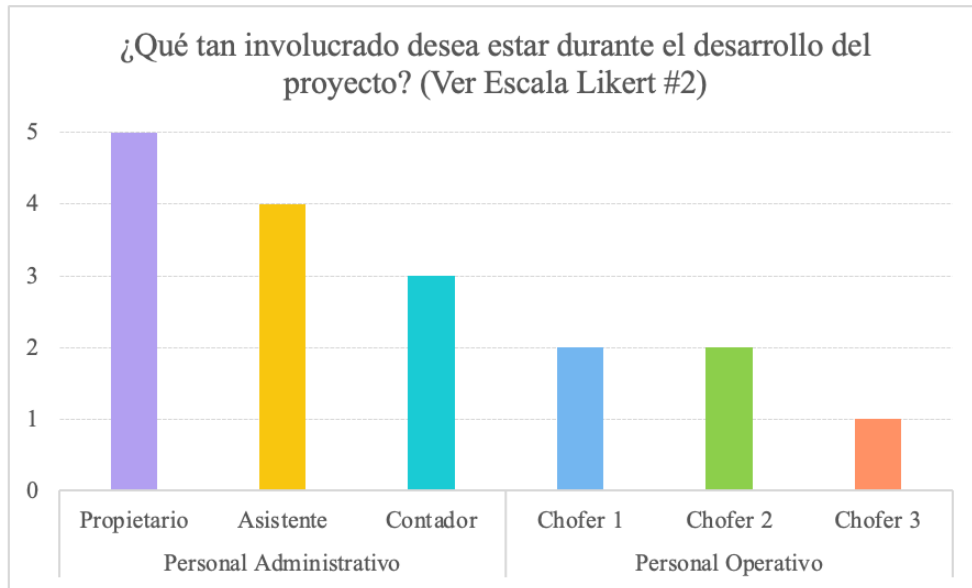
**Nota:** Elaboración propia.

**Escala:** 1 = Muy bajo, 2 = Bajo, 3 = Moderado, 4 = Alto, 5 = Muy Alto

**Involucramiento y comunicación de involucrados:** según los datos proporcionados como se muestra en el gráfico de la

**Figura 4.2**, en una escala de Likert de 1 a 5, los entrevistados que desean involucrarse más en el proyecto son los que pertenecen al personal administrativo, el personal operativo por su cuenta prefiere solo involucrarse de ser necesario. En cuanto a comunicación, el personal administrativo expresa estar abierto a comunicación presencial o virtual y por cualquier medio (mensaje, llamada, videollamada, correo) mientras que el personal operativo prefiere comunicación presencial o llamada. Esta información aporta los insumos necesarios para trabajar el plan de gestión de comunicación y los posibles interesados y su grado de involucramiento.

**Figura 4.2** Gráfico nivel de involucramiento entrevistados



**Nota:** Elaboración propia.

**Escala:** 1 = Nada involucrado, 2 = Poco involucrado, 3 = Moderadamente involucrado, 4 = Muy involucrado, 5 = Totalmente involucrado

**Requisitos del sistema:** Con respecto a los datos recolectados en la entrevista especialmente por tener preguntas abiertas que proporcionaron mucha información valiosa para realizar el análisis de requisitos. Debido a la gran cantidad de información, ésta fue organizada por tema, categoría y frecuencia de mención con el objetivo de establecer posibles módulos y funcionalidades del sistema y adicionalmente darle prioridad al desarrollo de aquellas áreas que más se mencionan ya que son los puntos críticos para los interesados que fueron entrevistados.

Para establecer la prioridad, se elabora un sistema de colores con una escala del 1 al 12 donde los que fueron marcados con rojo son las categorías que más se repiten y por lo tanto se les dará prioridad, los amarillos son los que se repiten frecuentemente y tendrán una prioridad media, y posteriormente los verdes son los que menos se repiten y su prioridad será baja. Por lo tanto, las funcionalidades prioritarias serán aquellas relacionadas con “Recolección y entrega de contenedores” y “Trazado de rutas” como se puede apreciar en la **Tabla 4.1**.

También se puede apreciar en la **Tabla 4.1**. que las funcionalidades se pueden agrupar en dos grandes módulos que son funcionalidades operativas y funcionalidades administrativas (T-

001 Y T-004). Debido a que el módulo de funcionalidades operativas tiene 2 de las categorías prioritarias (C-001 y C-004), es recomendable iniciar el desarrollo con este módulo.

Otro dato importante que se obtuvo a nivel de requerimientos es que la interfaz deberá ser muy amigable con el usuario y además se debe tener en cuenta el desarrollo de un módulo de usuarios, donde cada usuario tenga permisos de acceso a ciertas funciones del sistema según el perfil (operativo, administrativo).

El propietario también menciona que el sistema debe ser usado en todo tipo de dispositivo, dato que debe ser tomado en cuenta en los requisitos no funcionales del sistema.

Y por último se obtuvo información acerca de cuáles son los procesos críticos que presentan deficiencias actualmente, es decir que el sistema debe solucionar, las cuales son “Errores en la asignación manual de tareas”, “Contenedores ociosos”, “Pérdida de tiempo/dinero por comunicación ineficiente” (C-012, C-013 y C-014).

A continuación, en la **Tabla 4.1** se presenta el resumen de los datos obtenidos en la entrevista relacionados a procesos y necesidades del sistema. Se presentan sintetizados, organizados por tema y categoría y contabilizados por frecuencia de mención.

**Tabla 4.1** Resumen de información recolectada en la entrevista

Código Tema	Tema	Código Categoría	Categorías	Frecuencia de mención						Total / Prioridad
				Propietario	Asistente	Contador	Chofer 1	Chofer 2	Chofer 3	
T-001	Funcionalidades operativas	C-001	Recolección y entrega de contenedores.	4	2		2	3	1	12
		C-002	Gestión de contenedores: ingreso de órdenes, ubicación y rastreo de contenedores	2	1	2		1		6
		C-003	Asignación de tareas a choferes.	3	1		1	1		6
		C-004	Trazado de rutas	2	3		2	2	2	11
T-002	Interfaz de usuario	C-005	Simplicidad del software para usuarios con distintos niveles de habilidad tecnológica	2				1	1	4
		C-006	Personalización de pantallas por tipo de usuario (choferes y administradores)	2						2
T-004	Funcionalidades administrativas	C-007	Facturación y contratos a clientes	1	1					2
		C-008	Cálculo de millaje y control de gastos (facturas de choferes).	1	3	2		1	1	8
		C-009	Pago choferes	1	2	1		1		5
		C-010	Estadísticas operativas.	1	1	1				3
		C-011	Control de inventario y reporte de contenedores no disponibles	1	1			1		3
T-005	Deficiencias operativas/ logísticas	C-012	Errores en la asignación manual de tareas	1	1		1	2	1	6
		C-013	Contenedores ociosos	2	1	1	1	1		6
		C-014	Pérdida de tiempo/dinero por comunicación ineficiente		1		1		1	3

Baja				Media				Alta			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**Nota:** Elaboración propia.

#### ***4.1.2 Análisis de la observación directa***

Los objetivos planteados en la observación directa se enfocaban en comprender el flujo del proceso operativo, analizar si existían procesos que no se hubieran mencionado anteriormente, recolectar datos de interés para el levantamiento de requisitos e identificar deficiencias que pueden ser solucionadas a nivel de software. Al realizar una triangulación con los datos de la entrevista, los datos de ambas fuentes coinciden, pero la observación aporta información importante que no se obtuvo con la entrevista. Los principales hallazgos son los siguientes:

1. Los procesos de cálculo de millaje y cálculo del pago de choferes, que solo habían sido mencionados brevemente, resultan ser procesos críticos que afectan a la mayoría de los involucrados y es una tarea tediosa que se realiza de forma manual y con una alta posibilidad de errores.
2. El proceso de asignación de tareas a choferes se hace de forma casi aleatoria, si el propietario está en el plantel, lo hace él sin tomar en cuenta distancias o mejores rutas. Si no está el propietario, los choferes solo toman las tareas en el orden en que les son dadas por la asistente, sin ninguna ruta específica y son ellos los encargados de hacer la ruta que consideren conveniente.
3. No existe un lugar centralizado para ingresar los pedidos de contenedores, sino que la información se encuentra dispersa en mensajes de texto, apuntes y mensajes por redes sociales.
4. No se usa ningún tipo de herramienta para llevar control de los pedidos o para poder comprobar la disponibilidad de los contenedores y camiones.
5. Existe un proceso de revisión de contenedores al finalizar el día que no se había mencionado antes.

Además de encontrar estos hallazgos, la observación aporta una mejor comprensión del flujo actual de los procesos de la empresa, lo cual permite tener una mejor visión para realizar el levantamiento de requisitos y delimitar el alcance del proyecto. A continuación, en la

**Figura 4.3** se muestra un diagrama con el flujo actual del proceso operativo.

Figura 4.3 Diagrama de flujo del de operaciones principales.



Nota: Elaboración propia.

## 4.2 Análisis de los enfoques de ciclo de vida

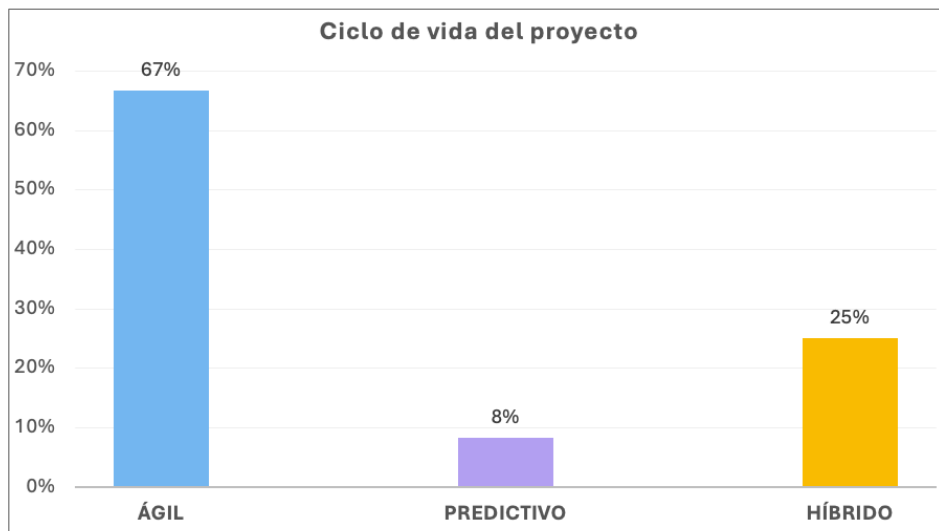
A continuación, se realiza el análisis de los posibles ciclos de vida según la caracterización del proyecto realizada, la información recopilada en la sección anterior, los resultados de la aplicación de los filtros de idoneidad y el juicio experto de la investigadora.

### 4.2.1 Filtros de idoneidad y juicio experto

Se aplica el cuestionario de filtros de idoneidad de ciclos de vida para determinar cuantitativamente cuál enfoque se alinea mejor a las características del proyecto (ver Apéndice G: Filtros de idoneidad)

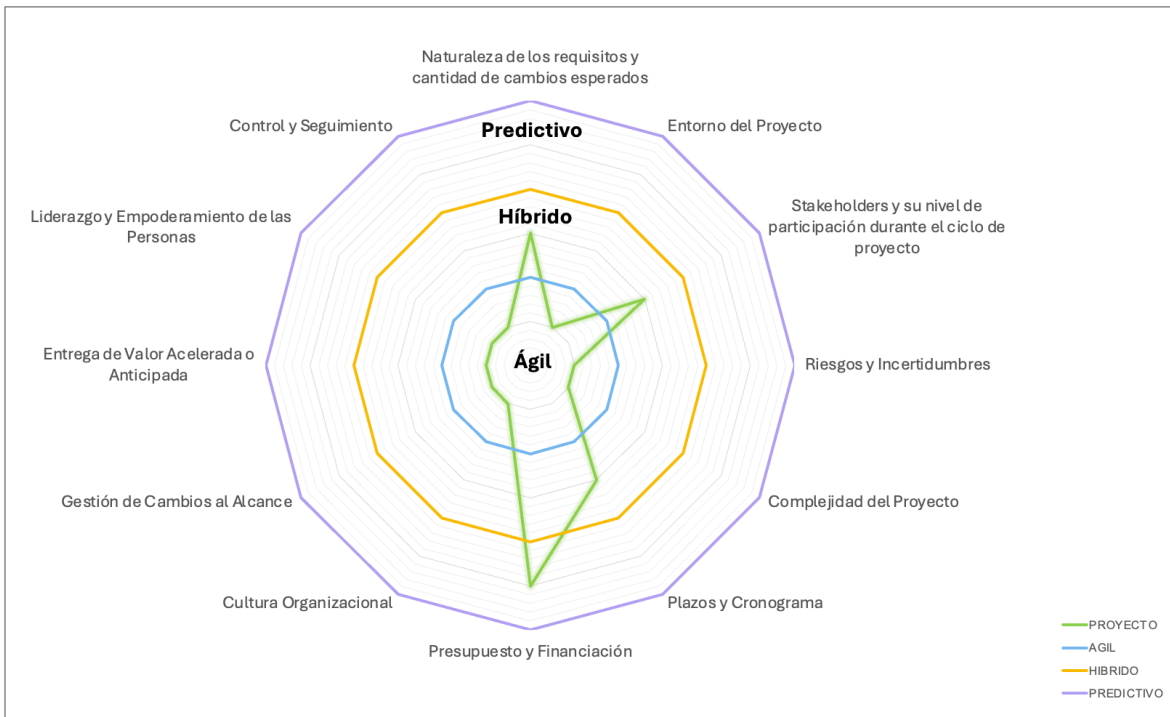
Como se puede ver en la **Figura 4.4**, los resultados del cuestionario sugieren que el proyecto se alinea en un 67% con el enfoque ágil, 8% con el enfoque predictivo y un 25% con el híbrido.

**Figura 4.4** Gráfico porcentual puntuación obtenida para cada tipo de enfoque



Nota: Elaboración propia

**Figura 4.5** Gráfico de radar con las áreas evaluadas



**Nota:** Elaboración propia

Si se analiza los datos del gráfico de la **Figura 4.5**, se puede observar que en cuanto al aspecto Presupuesto y financiación, está alineado con un enfoque predictivo. En los aspectos de Complejidad del proyecto, Riesgos e incertidumbres, Entorno del proyecto, Liderazgo y empoderamiento de las personas, Entrega de valor acelerado, Gestión del alcance, y Cultura organizacional y Control y seguimiento, se alinea mejor con el enfoque ágil. Y finalmente los aspectos Naturaleza de los requisitos y cantidad de cambios esperados, Stakeholders y su nivel de participación durante el ciclo de proyecto, Plazos y Cronograma responden a un enfoque híbrido.

Por lo tanto, se podría decir que el enfoque podría ser híbrido para obedecer a ciertas áreas de manera predictiva y otras ágiles, o simplemente elegir un enfoque ágil ya que es el que tiene mayor porcentaje de alineación según el gráfico de la **Figura 4.4**. Sin embargo, debido a que los datos no son contundentes y desde el juicio experto se considera conveniente hacer un análisis más profundo que implique tomar en cuenta otros aspectos propios del proyecto y sopesar las áreas que se evaluaron para obtener estos resultados.

A continuación, en el **Cuadro 4.1** se procede a hacer un análisis de las áreas que tienen más peso en la decisión según las particularidades de este proyecto con el fin de determinar el mejor enfoque para gestionar este proyecto:

**Cuadro 4.1** Resumen de aspectos más importantes del proyecto

Enfoque	Aspecto
<b>Predictivo</b>	<b>Presupuesto y financiación:</b> Se podría de decir que es un aspecto crítico, ya que en este proyecto el presupuesto es fijo y debe ser controlado rigurosamente porque no existe posibilidad de ampliar el presupuesto.
<b>Ágil</b>	<b>Entrega de Valor Acelerada o Anticipada:</b> La empresa ha expresado que desea un producto mínimo viable para empezar a reducir los costos asociados a deficiencias operativas. Es decir, es necesario enfocarse en entregas rápidas y frecuentes para maximizar el valor temprano. Además, dichas entregas rápidas se van adaptando al feedback y a los requerimientos propuestos.
<b>Híbrido</b>	<p><b>Naturaleza de los requisitos y cantidad de cambios esperados:</b> Este proyecto combina requisitos bien definidos con áreas de flexibilidad para adaptarse a necesidades cambiantes ya que la empresa desea tener un producto hecho a la medida y que después de cada entrega pueda dar feedback que sea atendido de forma oportuna.</p> <p><b>Tiempo:</b> Combina plazos fijos ya que es necesario tener un producto mínimo viable 4 meses después de iniciar el desarrollo y debe haber iniciado para el primer trimestre del 2025, sin embargo, para el resto de las entregas cuenta con flexibilidad.</p>

Debido a que la empresa considera críticos dos aspectos clave: un presupuesto fijo y la necesidad de entregar valor de manera acelerada (que corresponden a los enfoques predictivo y ágil respectivamente) y sumado a que existen requisitos bien definidos, pero con posibilidad de cambio y tiempos de entrega combinados (los cuales están alineados con un enfoque híbrido), se concluye que la mejor opción, de acuerdo con el juicio experto, es adoptar un enfoque híbrido para este proyecto.

### 4.3 Buenas prácticas de gestión

Con respecto a las buenas prácticas de gestión que se pueden adoptar para la gestión del proyecto se analizan las áreas de conocimiento y los grupos de procesos sugeridos en la Guía del PMBOK. Y se determinó que en esta propuesta de gestión se pueden incluir algunos de ellos, mientras que otros no se alinean a las características propias del proyecto y al enfoque híbrido que se utilizará para el desarrollo de éste. A continuación, una lista de las áreas de conocimiento aplicables y no aplicables, así como su respectiva justificación:

#### **Aplicables:**

- **Gestión de la integración:** Se incluirá en la gestión del proyecto ya que al utilizar un enfoque híbrido que integra diferentes elementos es esencial establecer como se unificarán estos elementos, de manera que trabajen en armonía y se minimicen conflictos.
- **Gestión del alcance:** Se incluirá debido a que es vital delimitar el alcance del proyecto, dejando claro lo que incluye y lo que no incluye el proyecto, de esta manera se cumplen con las expectativas del cliente y se utilizan los recursos eficientemente al enfocarlos en solo el trabajo que se debe realizar para lograr con estas expectativas. Además, al tratarse de un producto de software es indispensable al inicio del proyecto contar con requisitos de alto nivel claros porque luego esto se traduce a funcionalidades del sistema y es importante delimitar cuáles funcionalidades estarán incluidas dentro del producto y cuáles no.
- **Gestión del tiempo:** Se procede a incluirlo debido a que el proyecto cuenta con limitaciones de tiempo en algunas entregas y es vital desarrollar un calendario de actividades para poder realizar el seguimiento y el control de estos plazos, sin embargo, al ser un proyecto híbrido este calendario es flexible para adaptarse a los cambios, siempre y cuando se continúe entregando valor por medio de entregas.
- **Gestión de los costos:** Es de vital importancia incluirlo ya que el presupuesto es fijo y se debe controlar para que los costos se mantengan dentro de los límites establecidos y se utilicen eficientemente los recursos.

- **Gestión de la calidad:** Se incluye pues es mandatorio que al final de cada entrega se pueda agregar valor al cliente mediante un producto funcional que cumpla con los criterios de aceptación del cliente y los estándares de calidad establecidos.
- **Gestión de las comunicaciones e interesados:** Se unificarán los procesos de estas dos áreas de conocimiento ya que si bien es cierto son pocos interesados, es importante mantenerlos informados, pero no es necesario realizar procesos complejos para gestionarlos. Al ser un proyecto que incluye prácticas de desarrollo ágil las comunicaciones también lo serán, y es de suma importancia mantener la comunicación y colaboración durante todo el proceso debido a que se deben tomar decisiones, atender el feedback y adaptarse a los cambios de forma rápida y esto solo se logra si la información llega de forma oportuna a los interesados.
- **Gestión de los riesgos:** Se incluirá debido a que la correcta gestión de riesgos es de suma importancia para garantizar el éxito del proyecto en términos de costo y tiempo.

**No aplicables:**

- **Gestión de los recursos del proyecto:** No se incluirá debido, a que el desarrollo del proyecto de software propiamente se realizará mediante la contratación de un proveedor externo que se encarga de aportar los recursos necesarios.
- **Gestión de las adquisiciones:** Debido a que antes de iniciar este proyecto ya se habían seleccionado los proveedores, no es necesario incluirlo. Otras adquisiciones como hardware no están dentro del alcance del proyecto ya que la empresa asume estas adquisiciones con un presupuesto aparte al de este proyecto.

Ahora con respecto a las buenas prácticas de gestión de marcos de trabajo de desarrollo de software se realiza la siguiente comparativa que incluye dos marcos de trabajo ágiles (Scrum y Kaban) y uno predictivo (Cascada), ya que son los más utilizados en la industria de desarrollo de software.

**Cuadro 4.2** Comparativa de marcos de trabajo/enfoques de desarrollo de software

	<b>Scrum</b>	<b>Kanban</b>	<b>Cascada</b>
<b>Artefactos</b>	<p><b>Product Backlog:</b> Lista de todas las historias de usuario priorizadas. Este artefacto es gestionado por el <i>Product Owner</i>.</p> <p><b>Sprint Backlog:</b> Es la lista de historias de usuario que se compromete el equipo de scrum a entregar al cierre del <i>sprint</i>.</p> <p><b>Incremento:</b> Es el conjunto de elementos que se encuentran completados (done) y a la espera de ser liberados</p>	<p><b>Tablero Kanban:</b> Tablero con tarjetas que representa visualmente el flujo de trabajo. Comúnmente dividido en columnas para categorizar las tarjetas (tareas) en: Por hacer, En progreso, Hecho.</p>	<p><b>Acta de constitución del proyecto:</b> Define oficialmente el inicio del proyecto y contiene detalles clave de este.</p> <p><b>Plan de dirección del proyecto:</b> Contiene todos los planes subsidiarios del proyecto.</p> <p><b>Estructura de desglose de trabajo (EDT):</b> Contiene un desglose de las tareas del proyecto visualizadas de manera jerárquica.</p> <p><b>Cronograma:</b> Desglose detallado de las actividades con sus respectivos tiempos, secuencia, dependencias y recursos.</p> <p><b>Informe de cierre del proyecto:</b> Documento que se realiza al finalizar el proyecto que contiene lecciones aprendidas, un resumen de los entregables y evaluación de resultados (comparados con los objetivos)</p>
<b>Roles</b>	<p>Existen 3 roles definidos:</p> <p><b>Equipo de scrum:</b> Son los encargados de generar entregables y crear el <i>Sprint Backlog</i>.</p> <p><b>Scrum Master:</b> Es un guía para el equipo y remueve impedimentos.</p> <p><b>Product Owner:</b> Es el encargado de darle mantenimiento al <i>backlog</i>, refinarlo y priorizarlo.</p>	<p>No existen roles específicos, sino que cada miembro del equipo en base a sus capacidades y conocimiento asume el compromiso de trabajar las tareas del tablero que considere que puede realizar. También existe la opción de tener un rol de “facilitador” que ayuda a eliminar impedimentos.</p>	<p>Los roles están bien definidos y típicamente corresponden a especialistas para cada fase: analistas de requisitos, diseñadores, desarrolladores, QA (<i>testers</i>) y gerente de proyecto. Se pueden agregar los especialistas que se considere necesario.</p>

	Scrum	Kanban	Cascada
Ceremonias	<p><b>Sprint Planning:</b> Se da al inicio de cada <i>sprint</i>, donde se define que se incluirá en el <i>sprint</i> actual.</p> <p><b>Daily Stand-up Meeting:</b> Reunión diaria donde el equipo coordina las actividades por realizar ese día, comparten el avance del día anterior y externa los impedimentos que enfrentan.</p> <p><b>Sprint Review:</b> Se realiza al finalizar el <i>sprint</i>, donde se revisa si las historias del <i>sprint</i> fueron concluidas y cumplen con los criterios de aceptación.</p> <p><b>Sprint Retrospective:</b> Se da al finalizar el <i>sprint</i>, donde se reflexiona acerca de los resultados y lecciones aprendidas del <i>sprint</i> que finalizó.</p>	No requiere ceremonias específicas, sino que se hacen reuniones para revisar el flujo de trabajo o revisiones del tablero.	No existen ceremonias definidas, sino que generalmente, se realiza una reunión inicial de levantamiento de requisitos, una revisión de diseño y reuniones puntuales para temas clave.
Tiempo	Tiene un límite de tiempo, con <i>sprints</i> generalmente son de 2 semanas.	Es flexible en lugar de trabajar en ciclos fijos, las tareas se gestionan en un flujo constante, y cada trabajo se termina cuando está listo.	Es rígido con respecto a los plazos, ya que cada fase debe completarse antes de que comience la siguiente, lo que significa que es necesario tener un cronograma claro y detallado desde el inicio.
Entregas	Genera valor de manera acelerada entregando productos funcionales de forma incremental.	Se enfoca en mejorar el proceso de producción y reducir los tiempos del ciclo para entregar valor de forma continua.	Se entrega un producto final que cumpla con las expectativas del cliente.

**Nota:** Elaboración propia utilizando las siguientes fuentes: Anderson & Carmichael, 2016; Laoyan, 2024; ScrumStudy, 2022

En el **Cuadro 4.2** ofrece una visión más clara de lo que ofrece cada uno de los marcos de trabajo que pueden ser utilizados en este proyecto, sin embargo, se considera necesario también realizar una comparación en cuanto a ventajas y desventajas, la cual se muestra a continuación en el **Cuadro 4.3**.

**Cuadro 4.3** Ventajas y desventajas de los marcos de trabajo considerados

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Scrum</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autogestión del equipo fomenta la innovación, la motivación y compromiso de los miembros del equipo.</li> <li>- Permite realizar cambios en cada <i>sprint</i>, después de recibir retroalimentación lo cual se traduce a una mayor adaptabilidad y flexibilidad.</li> <li>- Se enfoca en entregar valor al cliente de forma acelerada.</li> <li>- Las reuniones diarias y la colaboración del equipo permiten una mejor comunicación y una mayor transparencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depende de la disciplina y la experiencia en metodologías ágiles que tenga el equipo para autogestionarse de forma exitosa.</li> <li>- Es difícil de escalar para proyectos complejos o de gran tamaño.</li> <li>- No requiere mucha documentación.</li> </ul>
<b>Kanban</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El trabajar sin tiempos sino con un enfoque continuo y flexible, permite una rápida respuesta a cambios y la priorización dinámica.</li> <li>- Se enfoca más en la gestión visual del flujo de trabajo y la optimización del proceso en tiempo real, es decir el equipo puede visualizar el progreso del proyecto, identificar cuellos de botella y mejorar la eficiencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe limitar cuidadosamente el WIP (<i>Work In Progress</i>) del equipo para no generar sobrecarga de trabajo.</li> <li>- Al no tener plazos definidos puede resultar difícil la priorización de tareas o bien adquirir compromisos de entrega para fechas específicas.</li> <li>- Prácticamente no utiliza documentación.</li> </ul>

	Ventajas	Desventajas
Cascada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es muy fácil dar seguimiento al progreso del proyecto mediante la comparación de líneas base.</li> <li>- Provee una mejor visión del producto final debido a que al inicio se realizan labores de planificación exhaustiva.</li> <li>- Provee mucha documentación en cada etapa, lo cual es favorable para la trazabilidad, generación de conocimiento y documentación de lecciones aprendidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los obstáculos y riesgos materializados afectan al cronograma, de manera que al ser secuencial cualquier atraso en cualquier etapa implica casi siempre un atraso en la entrega final.</li> <li>- El control de calidad al ser de últimas etapas causa que la detección de errores o incumplimiento de criterios de aceptación se den en etapas tardías del proyecto, lo cual genera atrasos significativos en el proceso de resolución, o peor aún el producto final no es lo que el cliente espera.</li> <li>- Es poco flexible ante cambios en los requisitos son difíciles de incorporar en cuanto a costo y tiempo, además de que los nuevos requisitos no fueron contemplados en las etapas de planificación, lo cual termina generando inconsistencias a futuro.</li> <li>- Existe un alto riesgo de no satisfacer las expectativas del cliente, debido a que el cliente se involucra en etapas muy tempranas (levantamiento de requisitos, planificación) y se vuelve a involucrar hasta etapas tardías (pruebas de aceptación), cuando ya el producto está terminado, y no hay margen para atender el feedback que el cliente provee.</li> </ul>

**Nota:** Elaboración propia utilizando las siguientes fuentes: (Anderson & Carmichael, 2016; Laoyan, 2024; ScrumStudy, 2022)

Ahora bien, tomando en cuenta la información brindada en los cuadros anteriores, se procede a realizar el análisis de las particularidades del proyecto y cuáles marcos de trabajo ofrecen aspectos que se pueden adaptar mejor a estas particularidades y ayudarán a maximizar las probabilidades de éxito. En el

**Cuadro 4.4** se muestra una matriz de adaptabilidad de marcos de trabajo para desarrollo de software:

**Cuadro 4.4** Matriz de adaptabilidad de marcos de trabajo/enfoques de desarrollo

<b>Aspecto</b>	<b>Particularidades del proyecto</b>	<b>Scrum</b>	<b>Kanban</b>	<b>Cascada</b>
<b>Artefactos</b>	- El equipo que se contratará está acostumbrado a trabajar con artefactos de metodologías ágiles (Kanban y scrum)	X	X	
<b>Roles</b>	- El equipo de desarrollo que se contratará está familiarizado con los roles de scrum.	X		
<b>Ceremonias</b>	- El equipo de desarrollo que se contratará está familiarizado con las ceremonias de scrum. - El propietario/patrocinador desea participar constantemente de reuniones o ceremonias cuando sea necesario para mantenerse informado y tener mejor visibilidad del avance del proyecto.	X		
<b>Entregas</b>	- Entrega de valor acelerada: se debe tener un producto mínimo viable (MVP) después de los primeros 4 meses de desarrollo para lograr la reducción de pérdidas de la compañía.	X		
<b>Alcance</b>	- El alcance está bien definido desde el inicio del proyecto, el cliente tiene muy claro lo que necesita y sus prioridades.			X
<b>Tiempo</b>	- Existe restricción de tiempo: el proyecto debe iniciar a más tardar en febrero del 2025 pero se debe tener un producto mínimo viable (MVP) 4 meses después de iniciar. Por lo tanto, es importante para la empresa llevar un control riguroso del tiempo y el avance del proyecto en las primeras etapas del proyecto. - El patrocinador del proyecto manifiesta que desea entregas incrementales y con ciclos de retroalimentación.	X		X
<b>Costo</b>	- El proyecto tiene un costo fijo, por lo tanto, es importante controlar los costos durante todo el proyecto			X
<b>Adaptabilidad y posibilidad de cambios</b>	- El patrocinador requiere que el producto sea hecho a la medida y que se atiendan solicitudes de cambio a la mayor brevedad posible.	X		
<b>Documentación</b>	- La empresa no requiere de documentación exhaustiva.	X	X	

Como se puede observar en la matriz del

**Cuadro 4.4**, la mayoría de los aspectos analizados se adaptan al marco de trabajo de Scrum, muy pocos aspectos de Kanban son adaptables, sin embargo, algunos artefactos pueden ser útiles para el desarrollo del proyecto. Por otra parte, las restricciones del proyecto en cuanto a tiempo y costo están más alineadas con el enfoque de desarrollo Cascada, ya que requieren mayor control y seguimiento. Así también, es un proyecto con el alcance claro y bien delimitado, característica propia de enfoques predictivos, en este caso el marco de trabajo Cascada. Por lo tanto, se puede decir que los tres marcos de trabajo analizados ofrecen elementos que pueden ser adaptados al proyecto. Dichos elementos serán detallados a continuación:

A continuación, se procede a realizar el detalle que incluye la justificación para elegir los elementos que se utilizarán de cada uno de los marcos de trabajo:

**Artefactos:** Debido a que el equipo ya está acostumbrado a los artefactos ágiles de Kanban y Scrum, se considera adecuado adoptar el uso del *backlog* de Scrum para organizar y priorizar las tareas y de manera alternativa si el equipo lo desea puede usar una visualización de tablero Kanban como apoyo meramente visual del trabajo en progreso. El tablero también ofrecerá el beneficio de evitar la sobrecarga del equipo al limitar el trabajo en progreso.

**Roles:** El hecho de que el equipo esté familiarizado con los roles de Scrum y se cuenta con personas con experiencia en los roles de *Product Owner* y *Scrum Master*, se considera que es una ventaja que se debe aprovechar para dar más estructura al equipo y tener una mejor definición de responsabilidades. La gran ventaja de contar con los roles de Scrum es que apoyan la comunicación y el enfoque en el cliente, garantizando que se mantenga la transparencia y el valor agregado en cada entrega.

**Ceremonias:** Las ceremonias de Scrum facilitan la visibilidad del estado actual del proyecto para el patrocinador, quien desea participar activamente, además darán al equipo la oportunidad de realizar ajustes basados en la retroalimentación del patrocinador.

**Entregas:** Debido a que es una prioridad del patrocinador, tener un MVP (producto mínimo viable) se realizarán *sprints* de 2 semanas como lo indica el marco de trabajo de Scrum, para acelerar la entrega de valor.

**Alcance, costo y tiempo:** El hecho de tener claridad en el alcance desde el inicio es vital para hacer el levantamiento de requisitos y con ello la planificación de costos y tiempo. La claridad en el alcance también permite iniciar el proyecto con un *backlog* más refinado y priorizado de manera tal que en los primeros *sprints* se incluyan las tareas prioritarias.

En la etapa de control y monitoreo, el tiempo será el más riguroso de los aspectos debido a que esta es la limitación más importante para la empresa.

**Adaptabilidad y cambios:** Al ser un requisito atender rápidamente los cambios, los ciclos de retroalimentación de scrum proveen una solución fácil a la gestión de cambios, donde las tareas del *backlog* pueden ser priorizadas para atender a la mayor brevedad los cambios que sean prioridad y posteriormente atendidos por el equipo de desarrollo.

**Documentación:** Al ser un enfoque híbrido se puede ajustar la documentación al mínimo necesario para la empresa, lo que ahorra tiempo y recursos. Sin embargo, se considera que alguna de la documentación que provee el marco de trabajo Cascada puede ser de gran utilidad para este tipo de proyecto como los son el Documento de definición de requerimientos y el Acta de Constitución del Proyecto.

#### 4.4 Análisis integral

Como parte de un análisis integral de todos los puntos anteriores, se pueden destacar los siguientes puntos:

La entrevista cumplió con el objetivo de brindar la información que necesaria para caracterizar el proyecto, en términos el ciclo de vida y alcance del proyecto, las restricciones de tiempo y costo, nivel de familiaridad de los futuros usuarios con herramientas tecnológicas, nivel de involucramiento y comunicación de los involucrados. Lo cual es de gran utilidad para la realización del Acta de Constitución del Proyecto.

La información obtenida en la entrevista y la observación directa es crucial para definir a muy alto nivel las funcionalidades del sistema y determinar las necesidades de la organización en términos de software. Todo esto será traducido posteriormente en el documento de requisitos, *backlog* de tareas y módulos del sistema.

La observación directa proporcionó una mejor comprensión del proceso operativo que realiza la empresa, de manera que se logran identificar procesos clave y deficiencias que no habían sido mencionadas y que deben ser solucionadas a nivel de software.

Los filtros de idoneidad proporcionaron información vital para la selección del enfoque de ciclo de vida recomendable para el proyecto según sus características. Posteriormente sabiendo que el mejor enfoque es híbrido, y a partir de la información obtenida en la revisión bibliográfica, se pudieron comparar elementos de distintos marcos de trabajo que son aplicables al proyecto.

La investigación bibliográfica aportó información esencial para el análisis de los posibles marcos de trabajo a utilizar, así como las buenas prácticas de gestión de proyectos que son aplicables a este proyecto y que además aportarán valor y contribuirán al éxito de este.

De manera que las herramientas aplicadas en la presente investigación brindaron la información necesaria para realizar un análisis profundo de temas relevantes para el cumplimiento de los objetivos propuestos y posteriormente plantear una solución robusta en el siguiente capítulo.

## Capítulo 5 Propuesta de Solución

En este capítulo final se presenta la propuesta del plan de gestión del proyecto “Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa *Got Trash Dumpster Rental*”. La propuesta aquí presentada se deriva del análisis de la información obtenida en durante el desarrollo de la presente investigación, así como de la aplicación de los conocimientos adquiridos por la investigadora a lo largo del curso de la maestría.

Inicialmente se realiza una explicación de ciclo de vida del proyecto, así como un diagrama de las etapas del proyecto, sus principales procesos y sus responsables para dar contexto antes de iniciar el plan de gestión.

Posteriormente se explica cuales procesos o actividades se incluirán dentro del plan de gestión, para finalmente presentar el plan de gestión desglosado en planes subsidiarios.

### 5.1 Ciclo de vida, roles y responsabilidades

Como se menciona en el capítulo anterior, el proyecto propiamente consta de características propias de enfoques de ciclo de vida predictivos y otras ágiles, cómo se menciona en el **Cuadro 4.1**, donde se puede destacar que las particularidades del proyecto que tienen más peso en la selección del ciclo de vida son las siguientes:

1. Se debe contar con un MVP después de los primeros 4 meses de desarrollo del producto, debido a que la empresa necesita un sistema funcional que le permita empezar a reducir costos lo antes posible. Es decir, la entrega de valor acelerado es crítica para el patrocinador del proyecto y se debe planificar muy bien el tiempo de entrega del MVP para cumplir con el plazo establecido.
2. Se desea un producto totalmente a la medida donde se reciba feedback de los interesados y se realicen ajustes a la mayor brevedad posible.
3. El presupuesto es fijo sin posibilidades de ampliación, es decir, el proyecto debe ejecutarse dentro de este presupuesto, por lo tanto, el control de los costos es de suma importancia.
4. Se conoce el alcance del proyecto casi en su totalidad desde antes de iniciar el proyecto ya que los requerimientos del cliente son claros, incluso se conoce de antemano cuáles son las funcionalidades prioritarias, cuáles son deseables y cuáles se encuentran fuera del alcance del proyecto.

Por lo tanto, debido a que las primeras dos particularidades del proyecto se alinean con un enfoque ágil, mientras que las últimas dos se alinean con un enfoque predictivo, y que además los filtros de idoneidad aplicados arrojaron datos contundentes hacia alguna de los enfoques, se determinó que el mejor enfoque de ciclo de vida es el híbrido.

Ahora bien, teniendo en cuenta que el enfoque es híbrido y las particularidades anteriormente mencionadas se estableció que el inicio y el cierre del proyecto serán híbridos y contarán con procesos tanto ágiles como predictivos. Por otra parte, las demás etapas intermedias tendrán un enfoque ágil con ciclos iterativos, donde se realizarán procesos de control y seguimiento del alcance, el costo y el tiempo de una forma rigurosa mediante la implementación de métricas y controles.

Se considera que para la ejecución del proyecto es necesario contar con cinco roles con responsabilidades bien definidas, los cuales se detallan a continuación:

- ***Project Manager/Product Owner:*** Es el responsable de coordinar, planificar y ejecutar todos los procesos/actividades relacionadas a la gestión del proyecto a lo largo su ciclo de vida. Además, asume el rol de *Product Owner* representando a la empresa ya que es el punto de contacto entre el patrocinador y el equipo. Ayuda a mantener una comunicación eficaz y fluida. Traduce las necesidades a historias de usuario, da mantenimiento al *backlog* y lo prioriza. Acepta o rechaza los entregables de desarrollo.
- ***Scrum Master:*** Coordina las ceremonias, ayuda a remover impedimentos y guía al equipo de desarrollo.
- **Equipo de desarrollo:** Desarrolla el sistema cumpliendo con los estándares de calidad y funcionalidad requeridos. Debe ser autogestionado, colaborativo y ser altamente eficientes.
- **Patrocinador/Usuario:** Es el encargado de probar el sistema durante las pruebas de usuario y proveer feedback en conjunto con el *Product Owner*. Ayuda a la construcción de la visión del proyecto, el acta de constitución y la definición del alcance, ya que es el usuario que conoce bien las necesidades a nivel de negocio.

A continuación, en la **Figura 5.1** se expone un diagrama que facilita la comprensión del ciclo de vida de este proyecto, el cual incluye las 3 fases del proyecto y los procesos de alto nivel

(en la sección 0 se detallan a profundidad). En este diagrama se aprecia que las fases 1 y 3 son híbridas y cuentan con procesos y actividades tanto ágiles como predictivos, mientras que la fase 3 es un ciclo iterativo propio del enfoque ágil. Adicionalmente en el diagrama también se muestran los responsables de cada uno de los procesos.

Figura 5.1 Diagrama del ciclo de vida



## 5.2 Procesos y actividades

A continuación, en el **Cuadro 5.1** se presenta una matriz de los procesos y actividades que conforman la propuesta del plan de gestión para el proyecto, los cuales han sido incluidos teniendo en cuenta las particularidades del proyecto, las necesidades del cliente, el enfoque híbrido del proyecto y las áreas de conocimiento aplicables.

**Cuadro 5.1** Matriz de procesos y actividades

Área de conocimiento	Grupo de procesos o etapas					
	Inicio y Planificación del proyecto	Desarrollo				Cierre del proyecto
		Planificación del <i>sprint</i>	Ejecución del <i>sprint</i>	Cierre del <i>sprint</i> (entrega si aplica)	Seguimiento y control	
Gestión de la integración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del Acta de Constitución del proyecto</li> <li>• Definición del ciclo de vida del proyecto</li> <li>• Creación de estrategia de integración de componentes de enfoque ágil y predictivo.</li> <li>• Definición de herramientas tecnológicas de a utilizar</li> <li>• Definición de artefactos, técnicas y herramientas de gestión para cada plan subsidiario.</li> <li>• Definición de métricas e indicadores de desempeño</li> <li>• Desarrollar el plan de gestión del proyecto y sus planes subsidiarios</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación del Informe de cierre del proyecto</li> <li>• Entrega de documentación técnica, accesos y código.</li> </ul>

Área de conocimiento	Grupo de procesos o etapas					
	Inicio y Planificación del proyecto	Desarrollo				Cierre del proyecto
		Planificación del <i>sprint</i>	Ejecución del <i>sprint</i>	Cierre del <i>sprint</i> (entrega si aplica)	Seguimiento y control	
Gestión del alcance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición del alcance por medio de levantamiento de requisitos iniciales.</li> <li>Definición del <i>backlog</i> inicial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación del <i>Sprint</i> (<i>Sprint planning</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión del trabajo del proyecto por medio de <i>sprints</i> y reuniones diarias (<i>Daily Stand-up</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorización y refinamiento de historias de usuario con base en el feedback del cliente</li> <li>Ajuste del <i>Velocity</i> del equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis del <i>Velocity</i> del equipo (<i>Sprint Review</i>)</li> <li>Revisión del cumplimiento de los objetivos del <i>sprint</i> (<i>Sprint Review</i>)</li> <li>Revisión del <i>Burndown Chart</i> (<i>Daily Stand-up</i>)</li> </ul>	
Gestión del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación del <i>Release Plan</i></li> <li>Definición de time box de las ceremonias</li> <li>Creación del <i>Roadmap</i> del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refinamiento del <i>backlog</i></li> <li>Estimación de tareas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajuste del <i>Sprint Planning</i> en función de los resultados de las retrospectivas.</li> <li>Ajuste del <i>Velocity</i> del equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión del <i>Burndown Chart</i> (<i>Daily Stand-up</i>)</li> <li>Análisis del <i>Velocity</i> del equipo (<i>Sprint Review</i>)</li> </ul>	
Gestión de costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimación de costo para cada <i>sprint</i></li> <li>Estimación de costos del proyecto</li> <li>Creación de herramientas de seguimiento y control de costos</li> <li>Definición de medidas correctivas en caso de desviación de costos</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Completado de Plantilla de Seguimiento y Control.</li> <li>Toma de medidas correctivas en caso de desviaciones significativas</li> </ul>	

Área de conocimiento	Grupo de procesos o etapas					
	Inicio y Planificación del proyecto	Desarrollo				Cierre del proyecto
		Planificación del <i>sprint</i>	Ejecución del <i>sprint</i>	Cierre del <i>sprint</i> (entrega si aplica)	Seguimiento y control	
Gestión de calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación del control de calidad</li> <li>Selección de herramientas de control de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de criterios de aceptación para cada tarea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aseguramiento de la calidad mediante pruebas continuas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recopilación del feedback de los interesados (<i>Sprint Review</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de pruebas de usuario</li> <li>Completado de Plantilla de Seguimiento y Control.</li> </ul>	
Gestión de las comunicaciones e interesados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición del calendario de reuniones ágiles</li> <li>Selección de herramientas de comunicación y colaboración.</li> <li>Creación de la matriz de comunicación.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgación del estado del proyecto y reportes de progreso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de ajustes en la frecuencia de reuniones según la evolución del proyecto (<i>Sprint Retrospective</i>)</li> <li>Revisión de lecciones aprendidas y actualización de la documentación (<i>Sprint Retrospective</i>)</li> </ul>		
Gestión de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de riesgos, causas e impacto</li> <li>Calculo de reservas de riesgo y contingencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación e identificación de posibles riesgos/impedimentos (<i>Sprint Planning</i>)</li> <li>Priorización del <i>product backlog</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de riesgos/impedimentos (<i>Daily Stand-up</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión del riesgos (<i>Sprint Retrospective</i>)</li> </ul>		
Gestión de cambios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición del proceso de solicitud cambios</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de cambios mediante el refinamiento y priorización de tareas</li> </ul>			

### 5.3 Plan de gestión

En la presente sección se presenta el plan de gestión del proyecto y su objetivo, así como cada uno de los planes subsidiarios que lo componen.

#### 5.3.1 *Objetivo*

Desarrollar un plan de gestión integral y preciso que permita coordinar, controlar y estimar el tiempo, el costo y el alcance del proyecto al mismo tiempo que se logra la entrega de un producto que cumpla con la calidad requerida. El plan se enfoca en establecer claramente cómo se ejecutará cada una de sus fases, procesos y actividades, mediante la implementación de buenas prácticas de gestión y tomando en cuenta las particularidades del proyecto con el fin de aumentar sus probabilidades de éxito.

#### 5.3.2 *Gestión de la integración*

A continuación, se detalla cada una de las actividades realizadas para crear el plan de integración:

##### 5.3.2.1 *Desarrollo del acta de constitución (Project Charter)*

El objetivo de esta actividad es crear un documento para dar por iniciado el proyecto oficialmente, de manera que el proyecto quede autorizado y la *Project Manager* empiece a fungir como autoridad para gestionar el proyecto. Para su realización se utilizó la información obtenida durante las entrevistas y la observación directa, y en menor medida, el juicio experto. El documento formal se encuentra en el Apéndice A: Acta de constitución - *Project Charter* e incluye los siguientes datos:

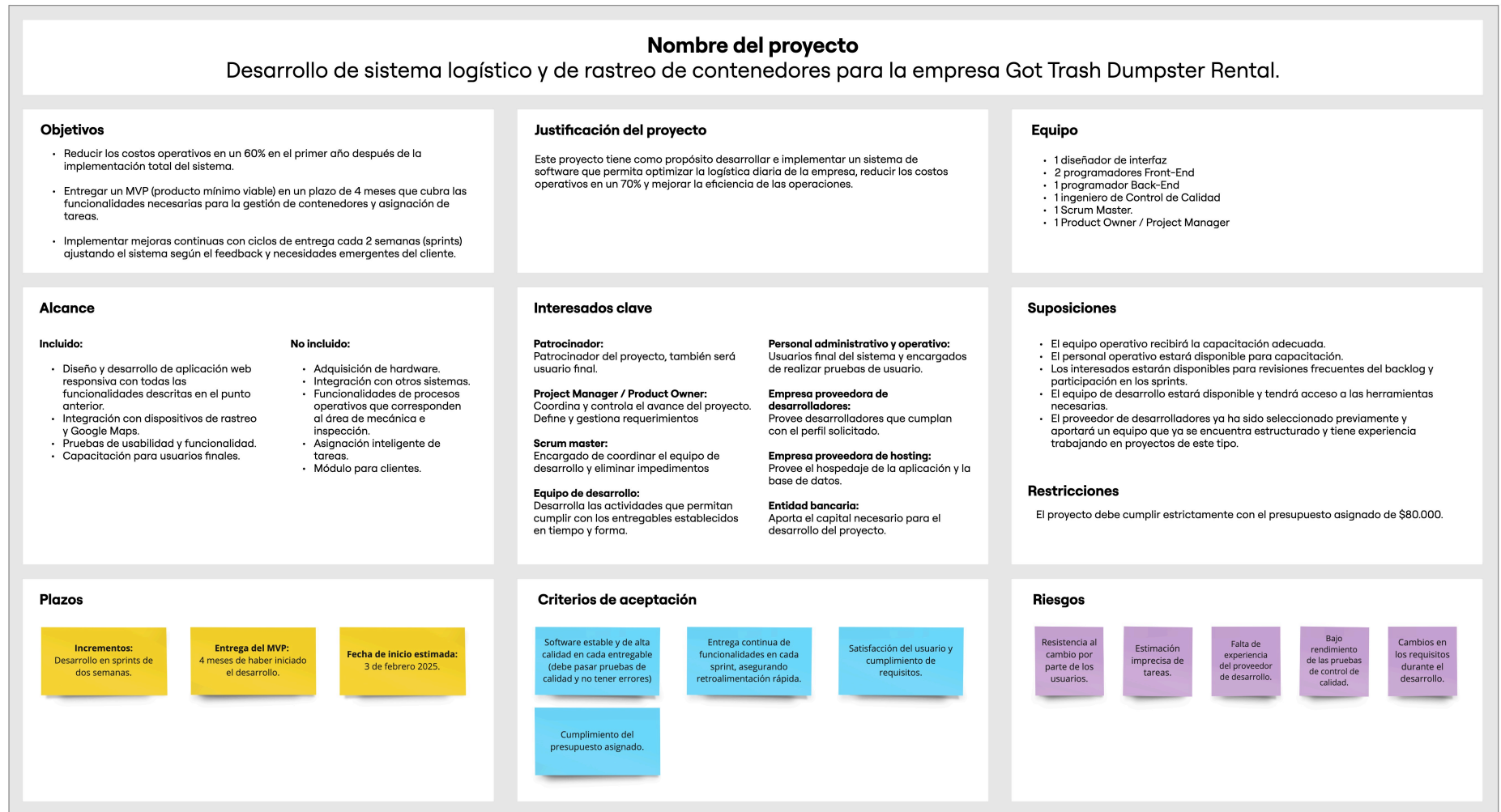
- **Nombre del proyecto:** Al ser un proyecto formal debe contar con un nombre que lo identifique.
- **Justificación del proyecto:** Describe brevemente lo que la empresa pretende lograr con la realización del proyecto.
- **Objetivos:** Detalla los objetivos principales del proyecto.
- **Descripción del sistema:** Describe a muy alto nivel cuales son las funcionalidades que debe tener el sistema.
- **Alcance:** Delimita lo que está dentro y fuera del alcance del proyecto.

- **Interesados clave:** Menciona a los interesados clave del proyecto y describe brevemente sus roles y responsabilidades.
- **Presupuesto:** Establece el presupuesto asignado y aprobado para el proyecto.
- **Restricciones:** Detalla cuales son las limitaciones con las que cuenta el proyecto.
- **Suposiciones:** Menciona las suposiciones con las que se inicia el proyecto.
- **Plazos:** Detalla las restricciones en los plazos.
- **Riesgos de alto nivel:** enumera los riesgos identificados al iniciar el proyecto.
- **Criterios de aceptación:** define cuáles son los criterios de aceptación para dar como finalizado el proyecto de manera satisfactoria.
- **Equipo:** Menciona el perfil de cada uno de los miembros del equipo de proyecto.

A continuación, se adjunta una imagen del Acta de Constitución resumida en la **Figura**

**5.2.**

Figura 5.2 Acta de Constitución



### 5.3.2.2 Creación de estrategia de integración de componentes de enfoque ágil y predictivo

Debido a que el proyecto tiene un enfoque híbrido, se considera relevante realizar una estrategia que describa cómo se integrarán los componentes ágiles y los predictivos para la adecuada gestión del proyecto. Para ello lo primero es identificar claramente cuáles elementos y características son ágiles y cuáles son predictivas. A continuación, se muestran las características o elementos ágiles y predictivos del proyecto:

#### Ágiles:

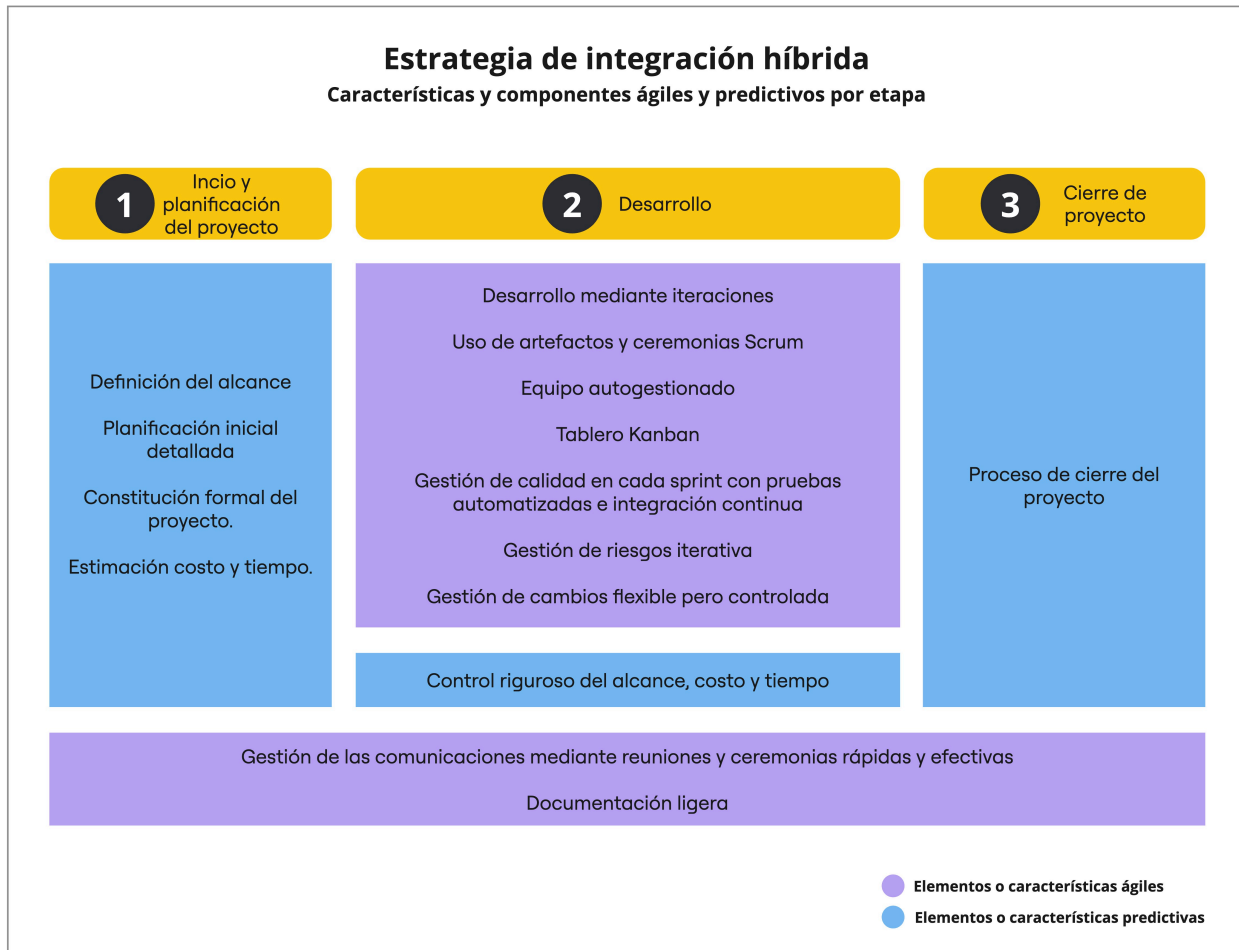
- Desarrollo mediante iteraciones para generar valor acelerado.
- Uso de artefactos y ceremonias Scrum.
- Equipo autogestionado.
- Tablero Kanban para visualizar y limitar el trabajo en progreso.
- Gestión de las comunicaciones mediante reuniones y ceremonias rápidas y efectivas.
- Gestión de riesgos iterativa y flexible.
- Gestión de calidad en cada *sprint* con pruebas automatizadas e integración continua.
- Gestión de cambios flexible pero controlada.
- Documentación ligera.

#### Predictivas:

- Definición del alcance desde el inicio del proyecto.
- Planificación inicial detallada.
- Constitución formal del proyecto.
- Estimación de costo y tiempo.
- Control riguroso del alcance, costo y tiempo.
- Proceso de cierre del proyecto.

Teniendo en cuenta la información anterior, se desarrolla la estrategia que define cómo se integrarán estos elementos y características durante el ciclo de vida del proyecto, la cual se detalla a continuación en la **Figura 5.3**.

**Figura 5.3** Estrategia de integración híbrida



Como se puede apreciar anteriormente en la **Figura 5.3**, la estrategia de integración de estos elementos y características es muy sencilla: a grandes rasgos la fase de inicio del proyecto es predictiva, la fase de desarrollo es ágil y el cierre del proyecto es predictivo. Sin embargo, es muy importante destacar que a pesar de que la etapa de desarrollo es ágil, los procesos de monitoreo y control de alcance, costo y tiempo tienen un enfoque predictivo debido a que la principal restricción del proyecto es no debe exceder el costo planificado.

También al gestión de las comunicaciones y la documentación que se da durante todo el ciclo de vida del proyecto tiene un enfoque ágil.

### 5.3.2.3 Definición de herramientas tecnológicas a utilizar

Con respecto a la definición de herramientas tecnológicas a utilizar, se procede a agruparlas por tipo de herramienta y se realiza la justificación de selección de la herramienta.

Las herramientas de desarrollo y control de calidad fueron propuestas por el equipo de desarrollo debido a que son más usadas en la actualidad para cumplir con los requerimientos con respecto al desarrollo, diseño y calidad de la aplicación: funcionalidad, facilidad de uso, interfaz amigable y diseño responsivo que pueda ser utilizado en múltiples dispositivos. Además de eso la *Project Manager* con base en el juicio experto como desarrolladora de software web avala que las tecnologías propuestas permiten desarrollar una solución robusta que cumpla con los requerimientos establecidos, además todas las tecnologías propuestas cuentan con soporte, respaldo, además son modernas y gran parte de ellas son *open source* o tienen planes gratuitos, lo cual es beneficioso para la reducción de costos del proyecto.

A continuación, en el

**Cuadro 5.2** Herramientas tecnológicas propuestasse presenta dicha información.

**Cuadro 5.2** Herramientas tecnológicas propuestas

<b>Tipo</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Uso</b>	<b>Justificación</b>
<b>Gestión de proyectos</b>	<b>Jira</b>	Gestionar el <i>backlog</i> , realizar monitoreo del progreso. Visualización de gráficos. Control y seguimiento de alcance.	Es la herramientas más robusta y usada para la gestión de proyectos ágiles en la industria de software.
	<b>Excel</b>	Control y seguimiento del alcance, costo, tiempo y calidad.	Brinda flexibilidad para realizar modificaciones, es fácil de usar y permite visualizar la información de métricas e indicadores en un solo documento.
<b>Colaboración y comunicación</b>	<b>Microsoft Teams</b>	Canal oficial de comunicación para reuniones virtuales y chat.	La empresa recientemente adquirió un paquete de Microsoft que lo incluye y el equipo de desarrollo también cuenta con la misma herramienta y la utiliza normalmente en sus proyectos
	<b>Confluence</b>	Documentación técnica, lecciones aprendidas, acuerdos, documentos y notas varias.	Se selecciona debido a integración que tiene con la herramienta de gestión del proyecto seleccionada (Jira).
	<b>Correo electrónico</b>	Adicionalmente también se utilizará correo electrónico para comunicaciones formales.	Su uso es mandatorio en proyectos digitales, además sirve para dejar evidencia de temas importantes.
<b>Desarrollo</b>	<b>React + Tailwind CSS</b>	Desarrollo <i>front-end</i>	React es una de las opciones más usadas en el desarrollo de <i>front-end</i> por sus múltiples ventajas, soporte, desarrollo ágil y modular y permite el desarrollo de aplicaciones responsivas (requerimiento del sistema). Se integra perfectamente con Tailwind utilizado para lograr el diseño de las interfaces de usuario propuestas y es altamente personalizable y flexible. Además, el equipo de desarrollo cuenta con el conocimiento técnico para utilizar ambos <i>frameworks</i> .
	<b>Java</b>	Desarrollo <i>back-end</i>	Java es uno de los lenguajes más usados y estable. Los desarrolladores cuentan con amplia experiencia.
	<b>PostgreSQL</b>	Base de datos.	Es <i>open source</i> lo cual ayuda a reducir costos.
	<b>GoDaddy</b>	Servidor de hosting y dominio.	Es uno de los proveedores de dominios y hosting más fiables y con mejor soporte.

Tipo	Herramienta	Uso	Justificación
Control de calidad	Selenium	Pruebas automatizadas	Es la herramienta más flexible, mayormente utilizada en la industria, se puede usar tanto en <i>back-end</i> como <i>front-end</i> , permite su uso en la mayoría de los navegadores web. Además, el desarrollador QA conoce la herramienta
	SonarQube	Análisis de calidad del código	Es la más utilizada en la industria, el desarrollador QA conoce la herramienta.

### 5.3.2.4 Definición de métricas, indicadores y herramientas de control

A continuación, en el **Cuadro 5.3** se presenta un resumen de las métricas, indicadores y herramientas utilizadas para las estimaciones base y el control del proyecto, las cuales se abordarán con más detalle en cada uno de los planes subsidiarios.

**Cuadro 5.3** Métricas e indicadores de control del proyecto

Aspecto	Métrica* Indicador ** Herramienta ***	Descripción	Valores, fórmulas e interpretaciones (si aplica)
General	Story Point (SP) *	Medida relativa utilizada en scrum para estimar el esfuerzo necesario para completar una historia de usuario o tarea. Es la base de todas las estimaciones que se realizarán.	<b>Valores permitidos:</b> Secuencia de Fibonacci (del 1 al 20)
	Tamaño Base Total del Producto (TBTP) *	Es el tamaño total del producto definido en el <i>backlog</i> inicial del producto dado en <i>Story Points</i> .	$TBTP = \sum SP \text{ de todas las historias del backlog inicial}$
	Velocity Base del equipo (VB) **	Es la cantidad inicial de SP que el equipo de desarrollo estima que entregará en cada iteración.	<b>Valor:</b> 55 SP por <i>sprint</i> . Se obtiene mediante el juicio experto del equipo.
	Número de Iteraciones (I) **	Cantidad de iteraciones que el equipo requiere para completar todas las tareas del <i>backlog</i> .	$I = \frac{TBTP}{VB}$ En caso de obtener un valor decimal, se debe redondear a su entero próximo
Alcance	Story Points Agregados al Backlog (SPAB) *	Es la suma de los SP de las nuevas historias de usuario o tareas agregadas al <i>backlog</i> del proyecto en cada iteración. <b>Umbral desviación permitido:</b> Máximo 55 SP en todo el proyecto.	$SPAB = \sum SP \text{ de historias nuevas}$

Aspecto	Métrica* Indicador ** Herramienta ***	Descripción	Valores, fórmulas e interpretaciones (si aplica)
	Tamaño Real del Backlog Total (TRBT) *	Corresponde al tamaño actualizado del <i>backlog</i> total del proyecto.	$TRB = TRB \text{ del sprint anterior} + SPAB$
	Story Points Completados por iteración (SPC) *	Corresponde a los SP que se completan en cada iteración	$SPC = \sum SP \text{ de historias completadas en la iteración}$
	Story Points Restantes del Backlog (SPRB) *	Es la diferencia entre el tamaño real del <i>backlog</i> y los SP completados por iteración (SPC).	$SPRB = SPBR \text{ del sprint anterior} - SPC + SPAB$
	<i>Burnup Chart</i> ***	Muestra el avance de trabajo completado frente el total planificado, permitiendo determinar si se han añadido nuevas historias de usuario al <i>sprint</i> .	Si la línea de trabajo total aumenta, se interpreta como que se han añadido nuevas tareas al proyecto y que hay <i>scope creep</i> . Si línea se está acercando a la línea de trabajo total significa que pronto se completará el proyecto.
Tiempo	Duración de iteración (DI) *	Corresponde a la duración en semanas de cada iteración	<b>Valor:</b> 2 semanas, se obtiene mediante juicio experto del equipo.
	Velocity Planeado del equipo (VP) **	Cantidad promedio de <i>Story points</i> que el equipo podría completar en un <i>sprint</i> .	$V = \frac{\sum SP \text{ completados últimos sprints}}{\text{Cantidad de sprints}}$

Aspecto	Métrica* Indicador ** Herramienta ***	Descripción	Valores, fórmulas e interpretaciones (si aplica)
	Variación del <i>Velocity</i> (VV) **	<p>Compara el <i>Velocity</i> Planeado con la cantidad real de SP completados.</p> <p><b>Umbrales:</b>  Óptimo: 100% o más.  Aceptable: Entre 80% y 99%  No aceptable: Menos de 80%</p>	$VV = \frac{SPC}{VP} \times 100$ <p>Si el resultado es mayor a 100% significa que se completó más trabajo del planificado y es posible que el <i>Velocity</i> haya aumentado.  Si el resultado es menor a 100% significa se completó menos trabajo del planificado y es posible que el <i>Velocity</i> haya disminuido.  Si el resultado es igual a 100% significa que se completó exactamente lo que se había planificado y es posible que el <i>Velocity</i> se mantenga igual.</p>
	<i>Burndown Chart</i> ***	Ayuda a predecir si el equipo terminará el trabajo planificado en el <i>sprint</i> dentro del plazo establecido.	<p>Si la línea del <i>burndown</i> está por encima de la línea ideal significa que el equipo está atrasado.  Si la línea está por debajo el equipo va adelantado y las tareas fueron subestimadas.</p>
Costo	Costo Base del Producto (CBP) **	Define el costo monetario que se debe invertir para la fase de desarrollo de software.	Es la suma de todos los gastos directos que se estiman para la <b>fase de desarrollo de software</b> .
	Costo Base por Iteración (CBI) **	Costo monetario que se espera gastar durante cada iteración	En este caso debido a que la última iteración es más corta, se cuenta con un estimado diferenciado para cada iteración.
	Costo real de la iteración (CRI)	Costo monetario real de cada iteración.	Suma de todos los gastos relacionados al desarrollo de software de cada iteración.
	Costo Base del <i>Story Point</i> (CBSP) *	Costo monetario base de cada SP.	$CBSP = \frac{CBP}{TBTP}$
	Costo Real por	Es un indicador adicional que permite conocer la	$CRSP = \frac{CRI}{SPC}$

Aspecto	Métrica* Indicador ** Herramienta ***	Descripción	Valores, fórmulas e interpretaciones (si aplica)
	<i>Story Point</i> (CRSP) **	eficiencia por punto de historia completado, representa costo real de cada SP para una iteración particular y permite calcularlo con el CBSP. <b>Umbrales:</b> Óptimo: Entre \$100 y \$145 Aceptable: Entre \$146 y \$159 No aceptable: Más de \$160 (para no superar el umbral del VC permitido por <i>sprint</i> )	
	Variación de Costo (VC) **	Diferencia entre el costo real y el estimado para cada <i>sprint</i> . <b>Umbrales:</b> Óptimo: \$0 o más. Aceptable: entre -\$1 y -\$900 por iteración. No aceptable: Más de -\$900 por iteración.	$CV = CBI - CRI$ Si el CV es menor a cero (negativo) el <i>sprint</i> tiene sobrecostos Si el CV es mayor a cero (positivo) se está gastando menos de lo planificado en el <i>sprint</i> . Si el CV es igual a cero, el <i>sprint</i> está exactamente dentro del presupuesto.
Calidad	Tasa Cobertura Pruebas Automatizadas (TCPA) **	Determina el porcentaje de código cubierto por las pruebas automatizadas. Se debe cumplir con <b>80% de cobertura</b> como mínimo.	$TCPA = \frac{\text{Líneas de código cubiertas}}{\text{Total de líneas de código}} \times 100$
	<i>Story Points</i> Denegados (SPD) **	Determina de manera porcentual cuantos <i>story points</i> no han cumplido con los criterios de aceptación del cliente en cada <i>sprint</i> . <b>Umbral desviación máximo: 5%</b>	$SPD = \frac{\text{Puntos de historia rechazados}}{\text{Total de puntos de historia completados}} \times 100$

### **5.3.3 Gestión del alcance**

El presente proyecto cuenta con la particularidad de que se conoce a detalle el alcance del proyecto desde el inicio proporcionando una base sólida para la gestión efectiva del proyecto. Esta claridad en los requisitos hace que la cantidad de cambios esperados que afectan al alcance del proyecto sea reducida, y en caso de que existan cambios o ajustes, Scrum se adapta de manera flexible. También permite el desarrollo de un *backlog* bastante completo desde etapas tempranas, lo cual significa que se puede calcular el costo y el tiempo de manera más precisa.

A continuación, se detallan las actividades necesarias para gestionar el alcance:

#### **5.3.3.1 Definición del alcance mediante el levantamiento de requisitos**

Para la definición del alcance, se utiliza como referencia de la información que se encuentra consolidada del *Project Charter*, la información obtenida en las entrevistas y la observación directa y se redacta un “Documento de definición de requisitos” de usuario donde se definen a alto nivel los requisitos del usuario, de esta manera también se delimita lo que está dentro y fuera del alcance del proyecto y se manejan mejor las expectativas del cliente. Dicho documento es redactado por la *Project Manager* y aprobado por el patrocinador del proyecto. Este documento se encuentra en el

## Nombre del proyecto

Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental.

## Justificación del proyecto

Este proyecto tiene como propósito desarrollar e implementar un sistema de software que permita optimizar la logística diaria de la empresa, reducir los costos operativos en un 70% y mejorar la eficiencia de las operaciones.

## Objetivos

- Reducir los costos operativos en un 60% en el primer año después de la implementación total del sistema.
- Entregar un MVP (producto mínimo viable) en un plazo de 4 meses que cubra las funcionalidades necesarias para la gestión de contenedores y asignación de tareas.
- Implementar mejoras continuas con ciclos de entrega cada 2 semanas (sprints) ajustando el sistema según el feedback y necesidades emergentes del cliente.

## Descripción del sistema

El sistema consiste en una aplicación web que sea compatible con distintos dispositivos (responsiva) y con una interfaz amigable con el usuario que permita su uso para personas con distintos niveles de experiencia en el uso de aplicaciones. La aplicación será completamente basada en la web, con los datos almacenados en la nube, lo que permitirá el acceso desde cualquier ubicación, facilitando su uso por parte de los conductores y garantizando el respaldo seguro de la información. Las principales funcionalidades serán:

- **Gestión de contenedores y camiones:** Permite ingresar, modificar y eliminar contenedores y camiones del sistema. Visualiza la lista completa de contenedores y camiones y su respectivo estado.

- **Gestión de usuarios y roles:** Permite ingresar, modificar y eliminar los usuarios del sistema y la asignación de roles. También permite configurar cuales pantallas son visibles para cada rol.
- **Gestión de pedidos:** Ingreso de nuevos pedidos, asignación de contenedores a la solicitud, liberación de contenedores cuando regresan al plantel.
- **Rastreo de camiones y contenedores en tiempo real:** Mapa interactivo que permite visualizar la ubicación en tiempo real de contenedores y camiones, utilizando la ubicación de los dispositivos GPS que se utilizan actualmente.
- **Dashboard para choferes:** Contiene las funciones de visualizar las tareas (asignadas, completadas, pendientes), marcar como entregados los contenedores de manera manual, ingreso de facturas (gasolina y vertederos), ingreso de millaje, notificaciones de próximas tareas y tareas asignadas.
- **Asignación de tareas a choferes:** Carga las tareas del día o pendientes (de días anteriores) y permite asignarlas a los choferes.
- **Trazado de rutas óptimas para recolección y entrega:** Una vez que las tareas son asignadas a los choferes, en el dashboard de cada chofer se mostrará el orden óptimo en que deben realizar sus tareas. Cuando el chofer inicia su recorrido la aplicación traza la ruta que debe seguir en Google Maps.
- **Control de entregas y recolecciones:** Muestra la lista de contenedores que deben ser entregados o recolectados en fechas o periodos de tiempo determinados.
- **Consulta de inventario actual y para fechas específicas:** Muestra la lista de contenedores disponibles y no disponibles para fechas específicas
- **Facturación de clientes:** Genera las facturas de los clientes y las envía por correo electrónico de manera automática o manual, también permite su descarga. Debe almacenar todas las facturas emitidas.
- **Cálculo de millaje de camiones y estimado de gastos de gasolina:** Calcula de manera automática el millaje recorrido por los camiones de manera que los perfiles administrativos pueden consultar el millaje aproximado que ha recorrido el camión.

Además, calcula el estimado de gasto de gasolina basado en los datos del millaje recorrido y el precio actual de la gasolina.

- **Cálculo de gastos diarios:** Calcula el monto de los gastos de gasolina y de vertederos diarios.
- **Cálculo de pago a choferes:** Basado en la información de las facturas ingresadas por conceptos de gasolina y vertederos, millaje y horas laboradas, se realiza el cálculo del pago diario de los choferes.
- **Firma de contrato al entregar el contenedor:** Permite a los choferes mostrar el contrato para que el cliente lo lea y lo firme al entregar el contenedor solicitado.
- **Reportes operativos y financieros:** Reportes de uso de camiones, contenedores, horas laboradas, gastos operativos (gasolina, pago a vertederos, pago a choferes), reporte de millaje de camiones, reporte de contenedores alquilados en el mes.
- **Panel de control:** Permite realizar configuraciones necesarias para el funcionamiento del sistema.

## Alcance

### Incluido:

- Diseño y desarrollo de aplicación web responsiva con todas las funcionalidades descritas en el punto anterior.
- Integración con dispositivos de rastreo y Google Maps.
- Pruebas de usabilidad y funcionalidad.
- Capacitación para usuarios finales.

### No incluido:

- Adquisición de hardware.
- Integración con otros sistemas.
- Funcionalidades de procesos operativos que corresponden al área de mecánica e inspección.
- Asignación inteligente de tareas.
- Módulo para clientes.

- Selección de proveedor de desarrollo.
- Soporte posterior a la implementación del sistema.

## Interesados clave

Interesado	Rol/Responsabilidad
Patrocinador	Patrocinador del proyecto, también será usuario final.
Project Manager / Product Owner	Coordina y controla el avance del proyecto. Define y gestiona requerimientos.
Scrum master	Encargado de coordinar el equipo de desarrollo y eliminar impedimentos
Equipo de desarrollo	Desarrolla las actividades que permitan cumplir con los entregables establecidos en tiempo y forma.
Personal administrativo y operativo	Usuarios final del sistema y encargados de realizar pruebas de usuario.
Empresa proveedora de desarrolladores	Provee desarrolladores que cumplan con el perfil solicitado.
Empresa proveedora de <i>hosting</i>	Provee el hospedaje de la aplicación y la base de datos.
Entidad bancaria	Aporta el capital necesario para el desarrollo del proyecto.

## Presupuesto

El presupuesto total asignado es de \$80,000, financiado a través de un préstamo específico para este proyecto tecnológico.

## Restricciones

El proyecto debe cumplir estrictamente con el presupuesto asignado.

- Selección de proveedor de desarrollo.
- Soporte posterior a la implementación del sistema.

## Interesados clave

<b>Interesado</b>	<b>Rol/Responsabilidad</b>
Patrocinador	Patrocinador del proyecto, también será usuario final.
Project Manager / Product Owner	Coordina y controla el avance del proyecto. Define y gestiona requerimientos.
Scrum master	Encargado de coordinar el equipo de desarrollo y eliminar impedimentos
Equipo de desarrollo	Desarrolla las actividades que permitan cumplir con los entregables establecidos en tiempo y forma.
Personal administrativo y operativo	Usuarios final del sistema y encargados de realizar pruebas de usuario.
Empresa proveedora de desarrolladores	Provee desarrolladores que cumplan con el perfil solicitado.
Empresa proveedora de <i>hosting</i>	Provee el hospedaje de la aplicación y la base de datos.
Entidad bancaria	Aporta el capital necesario para el desarrollo del proyecto.

## Presupuesto

El presupuesto total asignado es de \$80,000, financiado a través de un préstamo específico para este proyecto tecnológico.

## Restricciones

El proyecto debe cumplir estrictamente con el presupuesto asignado.

## Suposiciones

- El equipo operativo recibirá la capacitación adecuada.
- El personal operativo estará disponible para capacitación.
- Los interesados estarán disponibles para revisiones frecuentes del backlog y participación en los sprints.
- El equipo de desarrollo estará disponible y tendrá acceso a las herramientas necesarias.
- El proveedor de desarrolladores ya ha sido seleccionado previamente y aportará un equipo que ya se encuentra estructurado y tiene experiencia trabajando en proyectos de este tipo.

## Plazos

- **Entrega de incrementos:** Desarrollo en sprints de dos semanas.
- **Entrega del MVP (producto mínimo viable):** 4 meses de haber iniciado el desarrollo.
- **Fecha de inicio estimada:** 3 de febrero 2025.

## Riesgos de alto nivel

- Resistencia al cambio por parte de los usuarios.
- Estimación imprecisa de tareas.
- Falta de experiencia del proveedor de desarrollo.
- Bajo rendimiento de las pruebas de control de calidad.
- Cambios en los requisitos durante el desarrollo.

## Criterios de aceptación

- Software estable y de alta calidad en cada entregable (debe pasar pruebas de calidad y no tener errores)
- Entrega continua de funcionalidades en cada sprint, asegurando retroalimentación rápida.

- Cumplimiento del presupuesto asignado.
- Satisfacción del usuario y cumplimiento de requisitos.

## Equipo

- 1 diseñador de interfaz
- 2 programadores Front-End
- 1 programador Back-End
- 1 ingeniero de Control de Calidad
- 1 Scrum Master.
- 1 Product Owner / Project Manager

Apéndice B: Documento de definición de requisitos y consta de las siguientes secciones:

- **Introducción:** Breve introducción al documento.
- **Propósito del documento:** Detalla cuál es el propósito del contenido del documento y como será utilizado.
- **Objetivos:** Detalla los objetivos que se desean alcanzar al desarrollar el sistema (también se encuentran en el Charter).
- **Descripción general:** Descripción general del sistema y sus funcionalidades.
- **Suposiciones:** Supuestos con los que se realiza el levantamiento de requisitos.
- **Restricciones:** Limitaciones que pueden afectar el desarrollo del proyecto.
- **Equipo:** Brinda detalles del equipo asignado para el desarrollo del proyecto.
- **Requisitos:**
  - **Requisitos funcionales:** Detalla las funciones o características que deberá tener el sistema.
  - **Requisitos no funcionales:** Son características o restricciones que el sistema tendrá en términos de seguridad, usabilidad, rendimiento, disponibilidad y escalabilidad.
  - **Requisitos de interfaces:** Especificaciones a nivel de software (integración de software externo), hardware (dispositivos que deben integrarse), interfaz de usuario.
- **Criterios de aceptación:** Define cómo se verificará el cumplimiento de los requisitos.

### 5.3.3.2 Definición del *backlog*

Posteriormente con base en el documento de requisitos, se crea un artefacto conocido como *backlog*, donde los requisitos son analizados por el *Product Owner* y los desarrolladores y posteriormente se dividen en unidades más pequeñas, que pueden ser historias épicas, historias de usuario, tareas, y en algunos casos subtareas. A continuación, se detalla cómo se diferencia cada uno de estos elementos en el *backlog*:

- **Historia épica:** Corresponden a un requerimiento o funcionalidad grande y de alto nivel que contiene historias de usuario más pequeñas.


















- **Historias de usuario (*User story*):** Es una descripción corta de una funcionalidad creada desde la perspectiva del usuario. Estas contienen criterios de aceptación que deben ser cumplidos para poder marcar la historia como terminada (done).
- **Tareas o subtareas:** Son acciones específicas que deben ser completadas para poder cumplir una historia de usuario. No tienen criterios de aceptación debido a que generalmente son creadas por los desarrolladores o *Product Owner* con el fin de cumplir una historia de usuario que si tiene sus propios criterios. Pueden estar dentro de una historia de usuario o ser independientes.



El uso del *backlog* permite plasmar el alcance del proyecto al visualizar el trabajo por realizar de forma sencilla y organizada. Además, el *backlog* es priorizado y refinado por el *Product Owner* al finalizar cada *sprint*, después de haber recibido el feedback del patrocinador.

El *backlog* de este proyecto se compone de 15 historias épicas que agrupan las historias de usuario o tareas necesarias para la implementación del sistema. Para la gestión del *backlog* la herramienta utilizada es Jira, la cual permite estructurar el trabajo con los elementos anteriormente descritos. Además, ayuda a prevenir el *scope creep* o desviación del alcance, ya que las solicitudes de cambios se realizan de manera ordenada y con una evaluación adecuada por parte del equipo antes de entrar en el *backlog*.

A continuación, en la **Figura 5.4** se presenta el *backlog* (colapsado) donde se pueden apreciar los distintos elementos que lo componen. Como se puede apreciar en la figura, historias épicas son las que tienen un ícono morado y que agrupan tareas (ícono celeste) e historias de usuario (ícono verde).

**Figura 5.4** Elementos del *backlog*

- > **GTMT-1 E1. Configuración de la infraestructura**
- > **GTMT-2 E2. Diseño de interfaz de usuario (UX)**
- GTMT-3 E3. Dashboard de contenedores**
  - GTMT-17 Desarrollo de API de contenedores (Back-End)
  -  GTMT-16 Mostrar el listado de contenedores con su respectivo estado: disponible (en plantel), no disponible (en uso), en mantenimiento.
  -  GTMT-19 Permitir visualizar todos las propiedades de un contenedor al darle clic en la lista.
  -  GTMT-20 Agregar contenedores incluyendo propiedades: código, nickname, precio (flat rate), color, marca, tipo (tráiler, regular), capacidad, tipo de acople.
  -  GTMT-21 Modificar contenedores permitiendo cambiar las propiedades: estado, nickname, color, marca, tipo, capacidad, tipo de acople.
  -  GTMT-22 Eliminar contenedores de la lista mostrada
  -  GTMT-23 Permitir la selección de múltiples contenedores para su eliminación.
  -  GTMT-24 Permitir de búsqueda avanzada de contenedores (por estado, capacidad, tipo, nickname).
  - GTMT-26 Pruebas funcionales de QA (contenedores)
- > **GTMT-4 E4. Dashboard de camiones**
-  GTMT-5 E5. Dashboard de usuarios
-  GTMT-40 E6. Dashboard de roles
-  GTMT-41 E7. Pantalla perfil de usuario
- > **GTMT-42 E8. Dashboard de pedidos**
-  GTMT-43 E9. Módulo administrativo
-  GTMT-44 E10. Módulo de choferes para choferes
-  GTMT-45 E11. Dashboard Facturación y contratos
-  GTMT-46 E12. Dashboard Cálculos diarios
-  GTMT-47 E13. Dashboard Reportes
-  GTMT-48 E14. Panel de Control
-  GTMT-49 E15. Capacitación de usuarios

 Historias épicas
 Tareas
 Historias de usuario

### 5.3.3.3 Planificación de los Sprints

A pesar de que ya existe un *backlog* completo con tareas e historias de usuario agrupadas en *sprints*, durante el *Sprint Planning*, el equipo de desarrollo y el *Product Owner* revisarán las tareas asignadas a cada *sprint* con el fin de evaluar si el *Velocity* ha sufrido variaciones que requieran el ajuste de los *sprints*. Durante la planificación también se evalúa la comprensión de cada historia de usuario y sus criterios de aceptación.

### 5.3.3.4 Mantenimiento, priorización y refinamiento de historias de usuario

Al finalizar cada *sprint*, después del *Sprint Review*, el *Product Owner* deberá recibir el feedback de los interesados y basándose en ello, si es necesario, creará historias de usuario para atender las solicitudes de cambio o mejora, y establecerá la prioridad de estas. Asimismo, el

*Product Owner* puede modificar el *backlog*, cambiar la prioridad de las tareas, y en caso de que lo considere conveniente podrá reunirse con el cliente para refinar las historias de usuario, aclarar dudas o detallar criterios de aceptación.

De esta manera el *backlog* siempre se encontrará en constante mantenimiento por parte del *Product Owner*, teniendo en el “*top*” del *backlog* las historias prioritarias y listas para incluir en los siguientes dos *sprints* (*Sprint backlog*).

#### **5.3.3.5 Herramientas, técnicas y artefactos.**

A continuación, se detallan las herramientas, técnicas y artefactos utilizados para la gestión del alcance:



- ***Product Backlog***: Como se menciona anteriormente se crea un *backlog* que contiene una lista de tareas e historias priorizadas, representa todo el trabajo por realizar y desde ahí se toman las tareas que serán incluidas en cada *sprint*. Para la gestión del *backlog* la herramienta utilizada es Jira como se muestra en la










- **Figura 5.5**, sin embargo, para la creación de una primera versión del *backlog* y para facilitar la estimación inicial se utilizó Microsoft Excel (8.9 Apéndice H: Desglose y estimación de tareas)

Figura 5.5 Product Backlog - Jira

Projects / Got Trash Management Tool

List

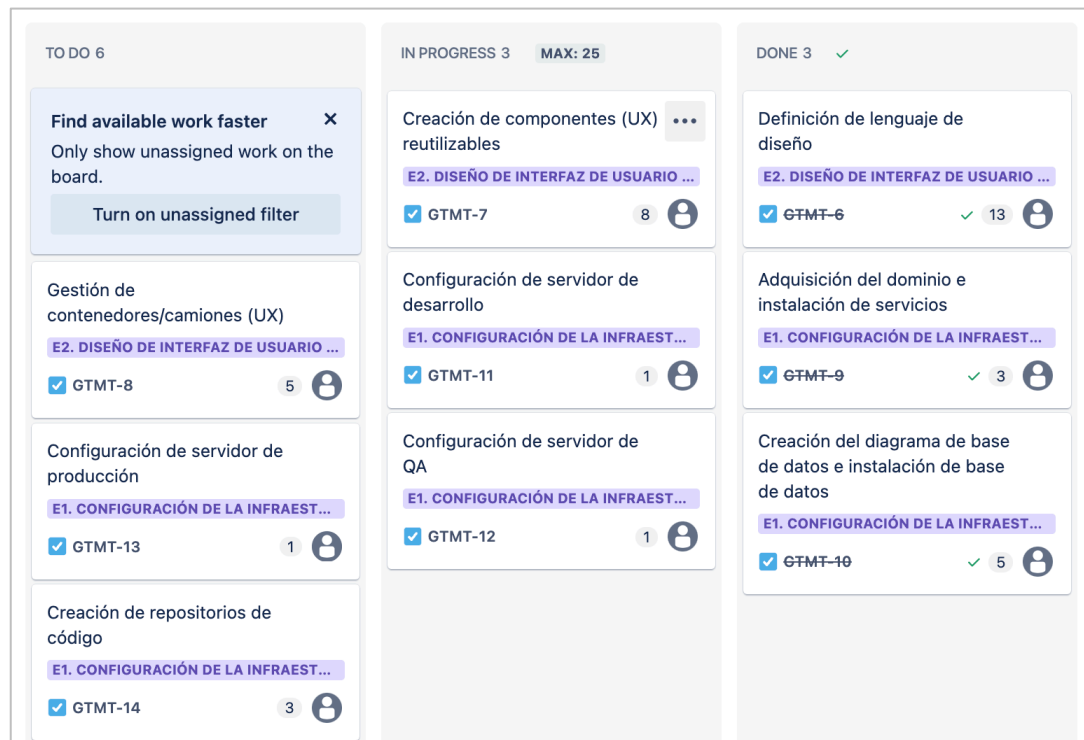
Search list   

<input type="checkbox"/>	Type	# Key	Summary	Status <span>↑</span> <span>↓</span>	Sprint
<input type="checkbox"/>	▼ 	GTMT-1	E1. Configuración de la infraestructura	TO DO	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-11	Configuración de servidor de desarrollo	IN PROGRESS	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-12	Configuración de servidor de QA	IN PROGRESS	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-9	Adquisición del dominio e instalación de servicios	DONE	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-10	Creación del diagrama de base de datos e instalación de ...	DONE	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-13	Configuración de servidor de producción	TO DO	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-14	Creación de repositorios de código	TO DO	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-15	Configuración de flujos de CI/CD	TO DO	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>	> 	GTMT-2	E2. Diseño de interfaz de usuario (UX)	TO DO	
<input type="checkbox"/>	▼ 	GTMT-3	E3. Dashboard de contenedores	TO DO	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GTMT-17	Desarrollo de API de contenedores (Back-End)	TO DO	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>		GTMT-16	Mostrar el listado de contenedores con su respectivo esta...	TO DO	GTMT Sprint 1
<input type="checkbox"/>		GTMT-19	Permitir visualizar todos las propiedades de un contenedo...	TO DO	GTMT Sprint 2
<input type="checkbox"/>		GTMT-20	Agregar contenedores incluyendo propiedades: código, ni...	TO DO	GTMT Sprint 2
<input type="checkbox"/>		GTMT-21	Modificar contenedores permitiendo cambiar las propieda...	TO DO	GTMT Sprint 2
<input type="checkbox"/>		GTMT-22	Eliminar contenedores de la lista mostrada	TO DO	GTMT Sprint 2
<input type="checkbox"/>		GTMT-23	Permitir la selección de múltiples contenedores para su eli...	TO DO	GTMT Sprint 2
<input type="checkbox"/>		GTMT-24	Permitir de búsqueda avanzada de contenedores (por est...	TO DO	GTMT Sprint 2

- **Sprint Backlog:** Es un subconjunto de tareas e historias que el equipo se compromete a finalizar durante un *sprint*. Para la gestión del *Sprint Backlog* se utiliza la herramienta Jira.
- **Incrementos:** Es la suma de todo el trabajo completado en los *sprints* anteriores y el *sprint* actual que cumplen con la definición de “Done”, asegurando que dicho incremento está listo para convertirse en una entrega o *release*.
- **Burnup Chart:** Es un gráfico generado en tiempo real por Jira que permite la visualización del trabajo completado en contraste con el total de trabajo planificado y refleja los cambios en el alcance del proyecto, ayudando a prevenir el *scope creep*.

- Tablero Kanban:** Se utiliza el tablero de Kanban que provee Jira para visualizar las tareas que se encuentran “Por hacer”, “En progreso” y “Completadas” utilizando el concepto de *Work in Progress* (WIP) para evitar la sobrecarga y mejorar la eficiencia del equipo, ya que permite enfocarse en finalizar el trabajo ya iniciado antes de comenzar nuevas tareas. Para este proyecto el equipo define un límite en las tareas en progreso de 25 *story points*. El cual puede ser apreciado en la **Figura 5.6**, en la parte superior de la columna “*In Progress*” se ha definido un máximo de 25.

**Figura 5.6** Visualización tablero Kanban - Jira



### 5.3.3.6 Control del alcance

Para controlar el alcance del proyecto se utilizarán distintas métricas descritas en el **Cuadro 5.3**, que a continuación se procede ampliar.

Las métricas o indicadores base son puntos de referencia iniciales que permiten expresar cuantitativamente algunos datos al iniciar el proyecto, los cuales son clave para realizar las estimaciones base de alcance. En la estimación del alcance se utilizan las siguientes:

- **Tamaño Base Total del Producto (TBTP):** se expresa en *Story Points* y permite conocer el tamaño del *backlog* inicial.
- **Velocity Base del equipo (VB):** Es la cantidad inicial de SP que el equipo de desarrollo estima que entregará en cada iteración y se basa en datos de proyectos previos en los que el equipo ha trabajado en conjunto.
- **Número de Iteraciones (I):** Cantidad de iteraciones que el equipo requiere para completar todas las tareas iniciales del *backlog* y se calcula con base en el *Velocity* base.

Ahora bien, con base en los datos anteriores y conforme vaya avanzando el proyecto se podrán obtener otras métricas o indicadores de interés para conocer el desempeño del proyecto:

- **Story Points Completados por iteración (SPC):** SP que se completan en cada iteración.
- **Story points Agregados al Backlog (SPAB):** Es la suma de los SP de las nuevas historias de usuario o tareas agregadas al *backlog* del proyecto en cada iteración.
- **Tamaño Real del Backlog (TRB):** Tamaño actualizado del *backlog* total del proyecto.
- **Story Points Restantes del Backlog (SPRB):** Es la diferencia entre el tamaño real del *backlog* y los SP completados por iteración (SPC).

Para ayudar al control del alcance también se utiliza un gráfico que permite una mejor visualización del comportamiento del proyecto en cuanto a alcance:

- **Burnup Chart:** Muestra el avance de trabajo completado frente el total planificado, permitiendo determinar si se han añadido nuevas historias de usuario.

El control y seguimiento de estas métricas ayudará a prevenir el *scope creep* y a monitorear el avance del trabajo pendiente. A continuación, en el

**Cuadro 5.4** se detalla el punto de control de las métricas y como se utilizará la información generada por éstas.

**Cuadro 5.4** Métricas y herramientas de control del alcance.

<b>Métrica o indicador</b>	<b>Punto de control</b>	<b>Uso de la información brindada por la métrica</b>
<b>Story Points Agregados al Backlog (SPAB)</b>	Al finalizar cada <i>sprint</i> se evalúa el Tamaño real del <i>backlog</i> (TRB) con el fin de determinar si no ha superado el umbral establecido de 55 SP para todo el proyecto.	Se utiliza para saber si el proyecto está teniendo <i>scope creep</i> y tomar medidas correctivas y determinar si el aumento del alcance incrementará el tiempo y el costo más de lo permitido.
<b>Story Points Restantes del Backlog (SPRB)</b>	Al finalizar el <i>sprint</i> se actualiza este indicador tomando en cuenta los SP agregados al <i>backlog</i> (SPAB) y los completados (SPC).	Este indicador se puede utilizar para monitorear el progreso hacia la finalización del proyecto.
<b>Burndown Chart</b>	Durante los <i>Daily Stand-up</i> el equipo monitorea el progreso del trabajo por realizar para predecir si se terminará a tiempo.	El uso del gráfico permite localizar cuellos de botella o impedimentos y ajustar el enfoque de los recursos o resolver impedimentos para tratar de cumplir con el plazo.
<b>Burnup Chart</b>	Durante el <i>Sprint Review</i> se revisará el gráfico para determinar si se han añadido historias de usuario al <i>sprint</i> que puedan afectar el cumplimiento de objetivos del <i>sprint</i> .	Se utiliza el gráfico para comunicar el progreso del proyecto a los involucrados de una manera visual o en caso de exista <i>scope creep</i> se utiliza para justificar el incumplimiento de los plazos.

Para el adecuado seguimiento de estas métricas, al final de cada iteración se completará la plantilla adjuntada en Apéndice I: Plantilla de Seguimiento y Control.

### 5.3.4 Gestión del tiempo

A continuación, se procede a detallar como se realizó la estimación de tiempo inicial, cuáles son las herramientas, técnicas y artefactos utilizados para gestionar el tiempo, así como las métricas de control y seguimiento.

#### 5.3.4.1 Estimación de tiempo inicial

Para realizar la estimación de tiempo se parte de los siguientes hechos, tal como se menciona en el Documento de Definición de Requisitos y el *Project Charter*:

- El desarrollo de software se realiza en *sprints* de 2 semanas.
- El proveedor del equipo de desarrollo ya ha sido seleccionado previamente y aportará un equipo que ya se encuentra estructurado y tiene experiencia trabajando en proyectos de este tipo.
- El equipo proporcionado por el proveedor consta de: 1 Diseñador de interfaz, 2 Programadores *Front-End*, 1 Programador *Back-End*, 1 Ingeniero de Control de Calidad, 1 *Scrum Master*.
- El *Velocity* del equipo de desarrollo es de 55 *Story points* por *sprint* de 2 semanas.
- El *Scrum Master* solo trabajará 18 horas mensuales en el proyecto.
- El rol del *Product Owner* lo asumirá la *Project Manager*.
- El MVP del proyecto debe entregarse 4 meses después de haber iniciado el desarrollo.
- La fecha de inicio estimada es el 3 de febrero 2025.

Ahora bien, conociendo la información anterior, se procede a realizar la estimación de tiempo total del proyecto.

Primeramente, se desarrolla el *backlog* completo del producto, esto gracias a que se conoce el alcance y los requisitos son claros desde el inicio del proyecto. Posteriormente el equipo de desarrollo estima en *Story points* cada una de las historias de usuario, tareas y subtareas del *backlog*.

Al realizar la estimación por parte de los desarrolladores, se determina que el *backlog* consta de 503 *Story points*, y sabiendo que el *Velocity* base del equipo es de 55 *Story points* por *sprint*, se determina que la cantidad de *sprints* necesarios para completar el proyecto son 9.14, pero se redondea a 10 *sprints* y se acorta el último *sprint* a 1 semana.

Debido a que los desarrolladores están dedicados al 100% a este proyecto, se agrupan las tareas/historias de usuario en *sprints*, de manera que en cada *sprint* los desarrolladores tengan tareas asignadas, asegurando el uso eficiente de los recursos. Además, se realiza una priorización de tareas/historias de usuario de tal forma que las tareas correspondientes al MVP se trabajarán en los primeros 5 *sprints* cumpliendo con el plazo establecido y además teniendo un margen de 1 mes para poder atender el feedback del cliente y realizar los ajustes necesarios para cumplir con

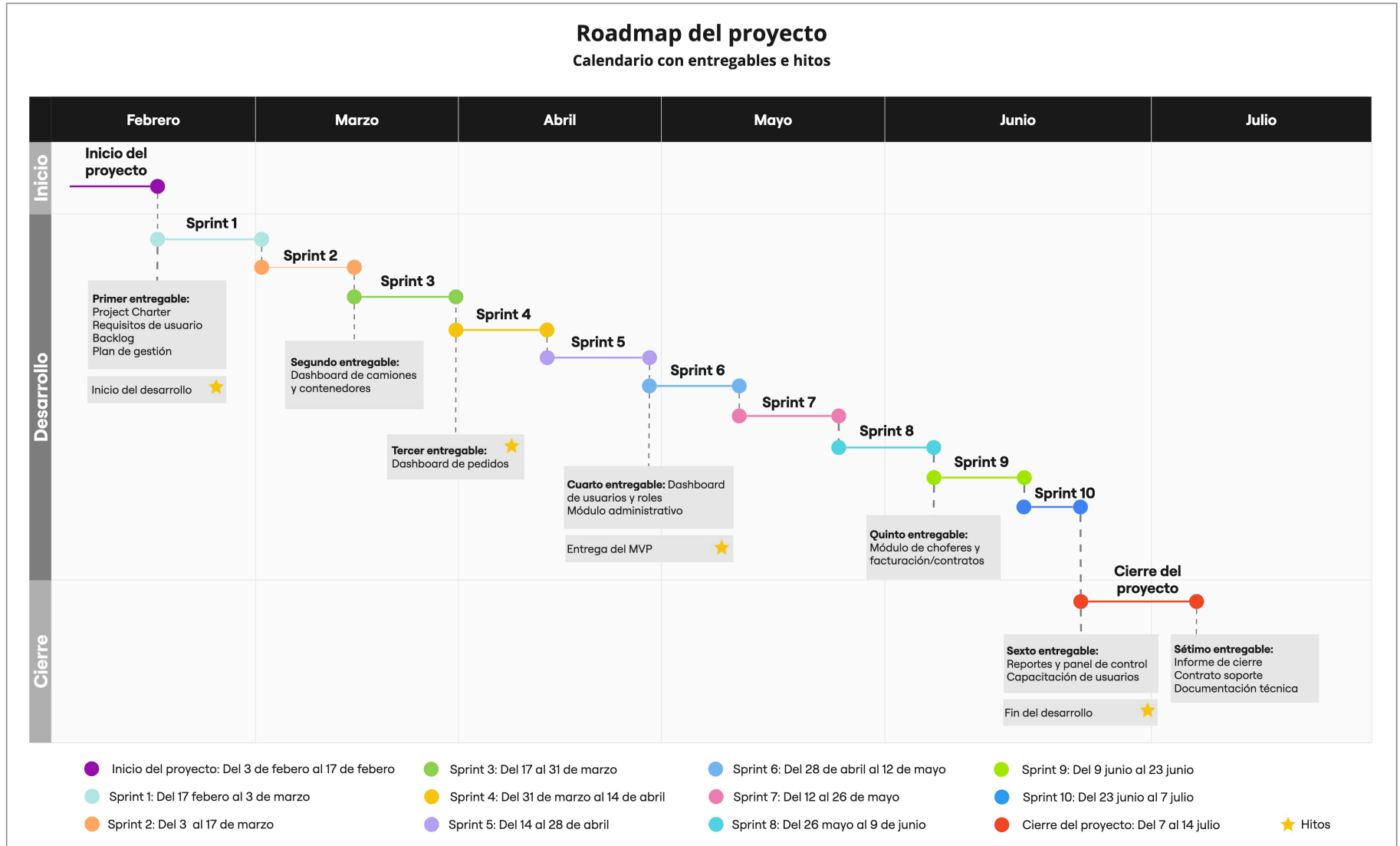
el objetivo de la empresa de empezar a utilizar el software funcional después de 4 meses de desarrollo y a su vez empezar a reducir pérdidas asociadas a problemas operativos. En el Apéndice H se puede observar la lista completa de tareas estimadas y agrupadas por *sprint*, así como la distribución de *Story points* por *sprint*.

Es importante destacar que a pesar de que, desde el inicio del proyecto se cuenta con un *backlog* completo, bastante refinado y estimado preliminarmente que permite conocer la duración total estimada del proyecto. Además, durante la planificación del *sprint* el equipo en conjunto con el *Product Owner* revisará las historias, sus criterios de aceptación y volverá a estimarlas para tener mayor precisión en la estimación del tiempo y con ello también se podrán realizar ajustes en caso de ser necesario.

En el diagrama de la

**Figura 5.7** Roadmap del proyecto, se puede apreciar a alto nivel el calendario de entregables del proyecto, hitos (destacados con una estrella), incluyendo además los *sprints* de desarrollo que generarán entregables.

Figura 5.7 Roadmap del proyecto



Como se puede apreciar en la imagen anterior de la **Figura 5.7**, se estima que se requiere de 10 *sprints* para completar la fase de desarrollo, lo cual se traduce a 19 semanas. Mientras que, para la fase de cierre e inicio del proyecto, se estima una semana cada uno.

El proyecto contará con 4 hitos que corresponden al inicio del proyecto, una primera versión del sistema, el MVP que agrupa las funcionalidades necesarias para empezar a generar valor a la organización, y como último hito el fin de la etapa de desarrollo.

También se puede observar que el proyecto está compuesto por 7 entregables que corresponden a un primer entregable de documentación formal, 5 entregables de desarrollo correspondientes a *releases* y un último entregable de documentos generados en el cierre del proyecto.

#### **5.3.4.2 Herramientas, técnicas y artefactos.**

A continuación, se detallan las herramientas, técnicas y artefactos utilizados para la gestión del tiempo:

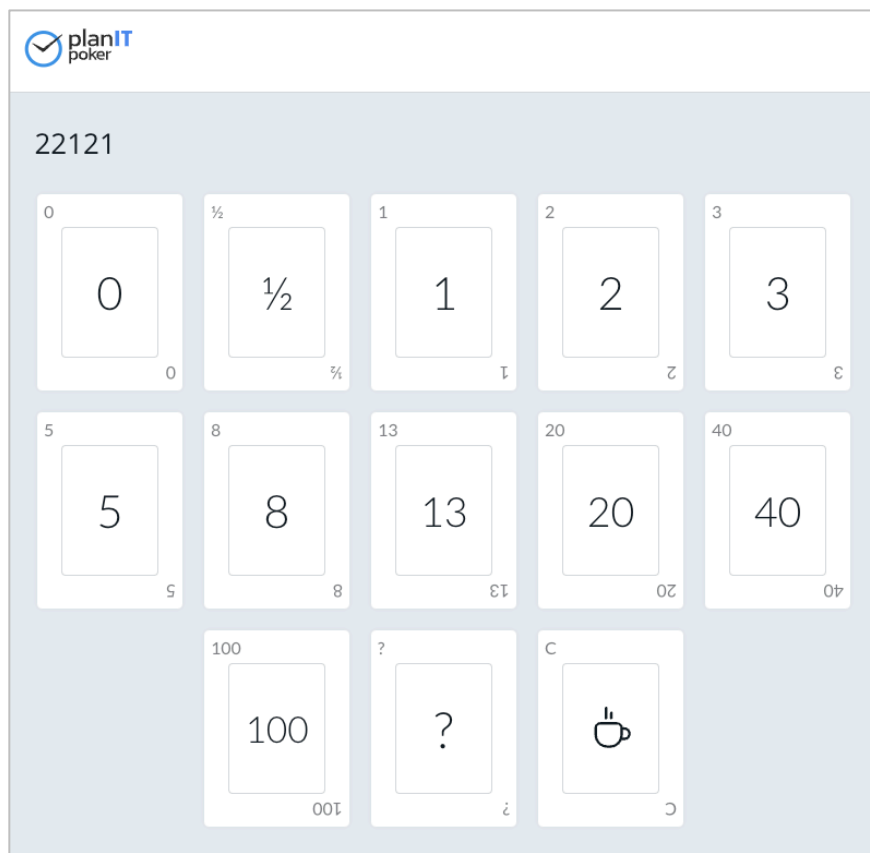
- ***Story Points y Planning poker:*** El *Planning póker* es una técnica utilizada para estimar historias de usuario dependiendo de la complejidad, esfuerzo y tiempo que los desarrolladores consideren necesario para completar una tarea o historia y de esta manera asignarle *story points* a cada una. Cabe destacar que los *story points* no son equivalentes a días ni horas, sino que reflejan la complejidad o esfuerzo de la tarea o historia, sin embargo, con ello se puede realizar la planificación de *sprints* y hacer la estimación de tiempo total del proyecto.

Para este proyecto se utiliza una herramienta web llamada PlanIT Poker para realizar el ejercicio de puntuar historias. Esta herramienta está basada en una sucesión de Fibonacci donde los valores más altos son para historias más complejas y los más bajos para historias menos complejas. En la

**Figura 5.8** se puede observar el tablero con los valores de la escala de Fibonacci que utiliza la herramienta, sin embargo, en este caso el equipo ha decidido utilizar una escala de 1 a 20, ya que consideran que más de 20 sería una historia épica que debe desglosarse en historias más pequeñas para realizar una estimación más certera.

En el ejercicio de estimación de tareas el *Product Owner* enuncia la historia, se analiza la necesidad del usuario y los criterios de aceptación, y finalmente cada desarrollador realiza una estimación seleccionado un valor de la escala de Fibonacci, y si hay diferencias se llega a un consenso y se puntúa la historia con el número acordado por el equipo.

**Figura 5.8** Herramienta de *Planning Poker*

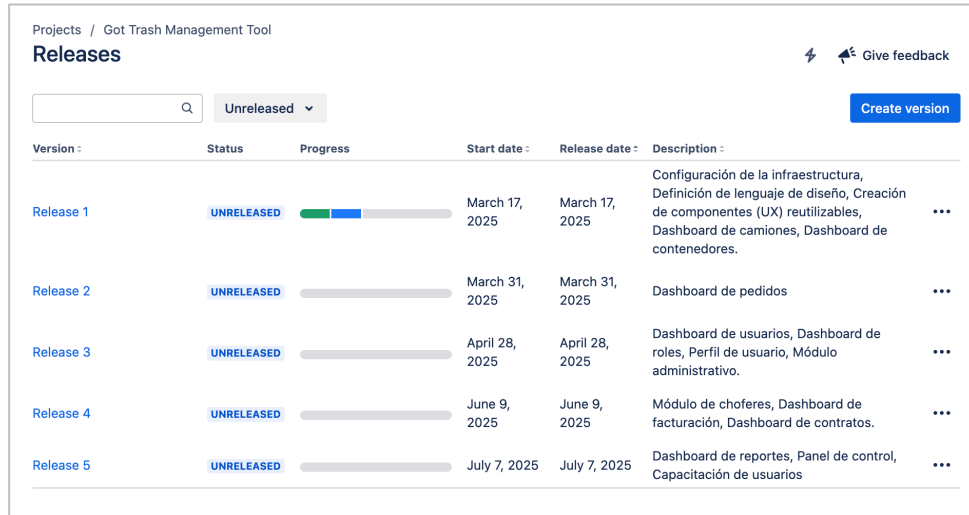


Tomado de: <https://app.planitpoker.com/>

- **Product backlog:** Todas las tareas se encuentran concentradas en el *Product backlog*, incluyendo la descripción detalladas de la historia de usuario, los criterios de aceptación, comentarios y mockups de diseño realizados en cada una de ellas, de esta manera la información del *backlog* es el principal insumo a la hora de estimar historias o tareas. El *backlog* como se ha mencionado anteriormente se gestionará mediante la herramienta Jira.

- **Burndown Chart:** Es un gráfico generado por Jira conforme va avanzando el proyecto. Este gráfico permite conocer el progreso realizado en cada *sprint*, mostrando la cantidad de trabajo restante en *story points* y lo contrasta con el tiempo que resta del *sprint* para ayudar a predecir si se cumplirá con el tiempo y el alcance del *sprint* y realizar ajustes de ser necesario.
- **Timeboxing:** Es una técnica que propone Scrum para definir y limitar el tiempo para realizar las actividades y ceremonias del proyecto, lo cual ayuda a mejorar la eficiencia del tiempo utilizado para dichas labores. A continuación, se detallan los *timebox* para este proyecto:
  - **Duración del *Sprint*:** 2 semanas (10 días hábiles).
  - ***Sprint Planning*:** 2 horas por *sprint*.
  - ***Daily Stand-up*:** 15 minutos diarios.
  - ***Sprint Review*:** 1 hora por *sprint*.
  - ***Sprint Retrospective*:** 1 hora por *sprint*.
  - **Refinamiento del *backlog*:** 1 hora por *sprint*.
- **Release Plan:** Cada vez que se finaliza un *sprint* se puede decir que hay un incremento funcional, sin embargo, debido a que muchas veces las pruebas de control de calidad no se han finalizado ya que se ejecutan y automatizan posterior al desarrollo. Por ello se ha propuesto un total de 5 *releases* que entregarán un producto completamente funcional y que ha pasado exitosamente las pruebas de control de calidad y han sido cubiertas por las pruebas automatizadas. La gestión del *Release Plan* se llevará a cabo mediante la herramienta Jira, la cual permite agrupar las historias de usuario y tareas que componen un *release*, además provee una visualización del progreso real del trabajo que se debe realizar en cada *release*, como se aprecia en la **Figura 5.9** de esta manera se puede determinar si las funcionalidades de un *release* se han completado antes de lo previsto y se puede realizar un lanzamiento que genere valor al cliente antes de la fecha estimada o por el contrario si no se completará el trabajo para la fecha estimada de lanzamiento.

**Figura 5.9 Release Plan - Jira**



A continuación, en el

**Cuadro 5.5** se detallan las funcionalidades clave y la fecha estimada de entrega de cada uno de los *releases*.

**Cuadro 5.5 Release Plan**

Release	Funcionalidades	Entrega estimada
<b>Release 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Configuración de la infraestructura.</li> <li>- Definición de lenguaje de diseño</li> <li>- Creación de componentes (UX) reutilizables.</li> <li>- <i>Dashboard</i> de camiones</li> <li>- <i>Dashboard</i> de contenedores</li> </ul>	Al finalizar el <i>Sprint 2</i> 17 de marzo 2025.
<b>Release 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Dashboard</i> de pedidos</li> </ul>	Al finalizar el <i>Sprint 3</i> . 31 marzo 2025.
<b>Release 3 - MVP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Dashboard</i> de usuarios</li> <li>- <i>Dashboard</i> de roles</li> <li>- Perfil de usuario</li> <li>- Módulo administrativo</li> </ul>	Al finalizar el <i>Sprint 5</i> . 28 de abril 2025.
<b>Release 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Módulo de choferes</li> <li>- <i>Dashboard</i> de facturación</li> <li>- <i>Dashboard</i> de contratos</li> </ul>	Al finalizar el <i>Sprint 8</i> . 9 junio 2025.
<b>Release 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Dashboard</i> de reportes</li> <li>- Panel de control</li> </ul>	Al finalizar el <i>Sprint 10</i> . 7 de julio 2025.

	- Capacitación de usuarios	
--	----------------------------	--

### 5.3.4.3 Control del tiempo

Para controlar el tiempo del proyecto se utilizarán distintas métricas descritas en el **Cuadro 5.3**, que a continuación se procede ampliar.

Las métricas o indicadores base, es decir los puntos de referencia iniciales que permiten expresar cuantitativamente algunos datos al iniciar el proyecto, y que son clave para realizar las estimaciones base de tiempo, corresponde a las siguientes:

- **Duración de iteración (DI):** duración en semanas de cada iteración.

Ahora bien, con base en estas métricas y conforme vaya avanzando el proyecto se podrán obtener otras métricas o indicadores de interés para conocer el desempeño del proyecto:

- **Velocity planeado del equipo (VP):** Cantidad promedio de *story points* que el equipo podría completar en un *sprint*.
- **Variación del Velocity (VV):** Compara el *Velocity* Planeado con la cantidad real de SP completados.

Para ayudar al control del alcance también se utiliza un gráfico que permite una mejor visualización del comportamiento del proyecto en cuanto a alcance:

- **Burndown Chart:** Ayuda a predecir si el equipo terminará el trabajo planificado en el *sprint* dentro del plazo establecido.

A continuación, en el **Cuadro 5.6** se amplían los detalles relativos al punto de control de las métricas y como se utilizará la información generada por éstas.

**Cuadro 5.6** Métricas de control del tiempo

Métrica o indicador	Punto de control	Uso de la información brindada por la métrica
<b>Velocity planeado del equipo (VP)</b>	Al final de cada <i>sprint</i> se revisa si se logró cumplir con el trabajo en el tiempo estipulado (Duración de la iteración DI) de acuerdo con el <i>Velocity</i> estimado del equipo.	Se puede realizar una estimación de la cantidad de <i>sprints</i> necesarios para completar todas las historias del <i>backlog</i> , y con ello estimar la posible finalización del proyecto.
<b>Variación del Velocity (VV)</b>	Al final de cada <i>sprint</i> , durante el <i>Sprint Review</i> , se compara el <i>Velocity</i>	Si el <i>Velocity</i> ha cambiado en más de 2 <i>sprints</i> consecutivos se debe

Métrica o indicador	Punto de control	Uso de la información brindada por la métrica
	Planeado (VP) con la cantidad real de SP completados (SPC) de manera que se puede determinar si se está cumpliendo con el <i>Velocity</i> estimado; y controlando que no exista una desviación mayor al umbral establecido.	ajustar el <i>Velocity</i> del equipo y se deben realizar nuevas estimaciones de tiempo y costo, además se debe modificar el <i>Release Plan</i> y el <i>Roadmap</i> del proyecto. En caso de una reducción se realiza un análisis de posibles causas y buscar soluciones.
<b><i>Burndown Chart</i></b>	Durante los <i>Daily Stand-up</i> el equipo monitorea el progreso del trabajo por realizar para predecir si se terminará a tiempo.	El uso del gráfico permite localizar cuellos de botella o impedimentos y ajustar el enfoque de los recursos o resolver impedimentos para tratar de cumplir con el plazo.

Para el adecuado seguimiento de estas métricas de tiempo, al final de cada *sprint* se debe completar la plantilla adjuntada en Apéndice I: Plantilla de Seguimiento y Control.

### 5.3.5 *Gestión de costos*

En el presente proyecto la mayor restricción es el presupuesto ya que se debe cumplir con un presupuesto fijo, por lo tanto, la estimación y el control de los costos es crucial y se debe gestionar de una forma bastante rigurosa. Aunque el desarrollo es la etapa ágil del proyecto, por lo tanto, más flexible, es donde se deben utilizar los recursos de manera óptima y monitorear con más atención los gastos.

Para gestionar los costos se llevan a cabo todas las actividades relacionadas con la estimación de costos, determinación de herramientas y métricas de control, las cuales se detallan a continuación.

#### 5.3.5.1 **Estimación de costos**

Para realizar la estimación inicial de costos se toman en cuenta los siguientes supuestos que se encuentran en el *Project Charter* y que se considera importante mencionar como referencia:

- El pago a los desarrolladores es quincenal.
- El *Velocity* base del equipo de desarrollo es de 55 *story points* por *sprint* de 2 semanas.

- El total de *story points* del *backlog* inicial es de 503.
- El *Scrum Master* solo trabajará 18 horas mensuales en el proyecto.
- El rol del *Product Owner* lo asumirá la *Project Manager* y recibirá pagos quincenales que incluye el desarrollo de ambas labores.

Ahora bien, teniendo en cuenta los anteriores supuestos, también es importante comprender que se realiza la estimación por fase del proyecto: Inicio, Desarrollo y Cierre (ver **Figura 5.1** Diagrama del ciclo de vida), esto debido a que los costos de la fase de Inicio y Cierre son fijos y no se esperan grandes cambios en ellos por su naturaleza predictiva. Sin embargo, la fase de desarrollo, al ser ágil es un poco más flexible y se realizan las estimaciones por iteración.

El primer paso para la estimación es determinar el costo de los recursos asignados al proyecto, los cuales se detallan a continuación en el **Cuadro 5.7**:

**Cuadro 5.7** Costo por recurso

Salario quincenal por recurso	
Desarrollador Interfaz (UX) <i>Senior</i>	\$ 1,100.00
Desarrollador <i>Back-End Senior</i>	\$ 1,250.00
Desarrollador <i>Front-End Senior</i>	\$ 1,150.00
Desarrollador <i>Front-End Intermedio</i>	\$ 850.00
Ingeniero Control de Calidad	\$ 1,050.00
<i>Scrum Master</i>	\$ 155.89
<i>Project Manager / Product Owner</i>	\$ 1,500.00

Luego se procede a realizar la estimación de costos por *sprint* sabiendo que, según el alcance del proyecto, para concluir el trabajo estimado en el *backlog* inicial es necesario completar 10 *sprints*; donde los primeros 9 *sprints* son de 2 semanas y el *Sprint* 10 es de 1 semana. A continuación, en la **Tabla 5.1** se procede a detallar el costo por iteración y la suma de ellos representa el total del costo estimado para la fase de desarrollo del producto (Costo base del producto - CBP).

**Tabla 5.1** Costo base del producto

<b>Recurso</b>	<b><i>Sprint 1</i> Del 17 febrero al 3 de marzo</b>	<b><i>Sprint 2</i> Del 3 al 17 de marzo</b>	<b><i>Sprint 3</i> Del 17 al 31 de marzo</b>	<b><i>Sprint 4</i> Del 31 de marzo al 14 de abril</b>	<b><i>Sprint 5</i> Del 14 al 28 de abril</b>	<b><i>Sprint 6</i> Del 28 de abril al 12 de mayo</b>	<b><i>Sprint 7</i> Del 12 al 26 de mayo</b>	<b><i>Sprint 8</i> Del 26 mayo al 9 de junio</b>	<b><i>Sprint 9</i> Del 9 junio al 23 junio</b>	<b><i>Sprint 10</i> Del 23 junio al 7 julio</b>	<b>Costo total del desarrollo</b>
Desarrollador Interfaz (UX) <i>Senior</i>	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$550.00	<b>\$ 67,030.96</b>
Desarrollador <i>Back-End Senior</i>	\$1,250.00	\$1,250.00	\$1,250.00	\$1,250.00	\$1,250.00	\$1,250.00	\$1,250.00	\$1,250.00	\$1,250.00	\$625.00	
Desarrollador <i>Front-End Senior</i>	\$1,150.00	\$1,150.00	\$1,150.00	\$1,150.00	\$1,150.00	\$1,150.00	\$1,150.00	\$1,150.00	\$1,150.00	\$575.00	
Desarrollador <i>Front-End Intermedio</i>	\$850.00	\$850.00	\$850.00	\$850.00	\$850.00	\$850.00	\$850.00	\$850.00	\$850.00	\$425.00	
Ingeniero Control de Calidad	\$1,050.00	\$1,050.00	\$1,050.00	\$1,050.00	\$1,050.00	\$1,050.00	\$1,050.00	\$1,050.00	\$1,050.00	\$525.00	
<i>Scrum Master</i>	\$155.89	\$155.89	\$155.89	\$155.89	\$155.89	\$155.89	\$155.89	\$155.89	\$155.89	\$77.95	
<i>PM / Product Owner</i>	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$1,500.00	\$750.00	
<b>Total</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$7,055.89</b>	<b>\$3,527.95</b>	

Como se puede apreciar en la **Tabla 5.1** cada *sprint* de 2 semanas representa un costo de \$7,055.89, mientras que el último *sprint* tiene un costo de \$3,527.95, para un total de \$67,030.96 correspondiente al costo de desarrollo.

Posteriormente se procede a realizar un consolidado de costos para las 3 fases del proyecto y la reserva destinada a riesgos e impedimentos los cuales se muestran a continuación en la **Tabla 5.2**.

**Tabla 5.2** Consolidado de costos

Costo por fase		Porcentaje del costo
<b>Fase de inicio</b>		<b>2.3%</b>
Pago <i>Project Manager</i>	\$ 1,500.00	2.0%
Dominio/hosting	\$ 255.00	0.3%
<b>Fase de Desarrollo</b>		<b>88.2%</b>
Pago desarrolladores, <i>Scrum Master</i> y <i>Product Owner</i>	\$ 67,030.96	88.3%
<b>Fase de cierre</b>		<b>2.8%</b>
Costos administrativos/legales	\$ 500.00	0.7%
Pago <i>Scrum Master</i> y <i>Product Owner</i>	\$ 1,655.89	2.2%
<b>Riesgos</b>		<b>6.7%</b>
Reserva de contingencia y riesgos	\$ 5,071.00	6.7%
<b>Total</b>	<b>\$ 76,012.85</b>	<b>100.0%</b>

Como se puede observar en la **Tabla 5.2**, los gastos en la fase de inicio y cierre son costos poco variables y corresponden a rubros específicos y representan solo un 5.1% del costo total del proyecto, mientras que los costos de desarrollo son los más elevados.

También cabe destacar que se utilizará un 6.6% del presupuesto para la reserva de contingencia y riesgos. El cual corresponde a \$4.610 a la reserva de contingencia (dicho monto se justifica en la sección 5.3.8.2 de este documento) y un 10% de este monto es destinado a la reserva de riesgos desconocidos que corresponde a \$461, para un total de \$5.071 de reserva.

Derivado de estos cálculos es posible obtener las métricas base que serán utilizadas para el monitoreo y control de los costos, los cuales se resumen en la **Tabla 5.3**.

**Tabla 5.3 Métricas o indicadores base**

Métrica base	Valor
Costo Base del Producto (CBP)	\$67,030.96
Tamaño Base Total del Producto (TBTP) en SP	503
Velocity Base del equipo (VB)	55
Número de Iteraciones (I)	10
Costo Base por Iteración (CBI)	\$7,055.89
Costo Base del SP (CBSP)	\$133.26

### 5.3.5.2 Herramientas de gestión de costos

Para la gestión de costos se utilizará una plantilla de Excel donde se ingresarán los datos al finalizar cada *sprint*. Algunos de los datos ingresados en la plantilla provienen directamente del área de contabilidad de la empresa quienes están a cargo del pago a los proveedores, el resto corresponde a métricas que se obtienen al cerrar el *sprint*. Esta plantilla generará datos que ayudarán a detectar variación en los costos y en caso de que se estén superando los umbrales establecidos se pueden tomar medidas correctivas de manera oportuna.

A continuación, en la **Figura 5.10** se presenta una imagen de la plantilla donde se muestra un comportamiento simulado de este proyecto para ilustrar el funcionamiento de la plantilla a utilizar.

**Figura 5.10 Plantilla Control y Seguimiento - Simulación**

Tabla de control y seguimiento de alcance, costo y tiempo												
#	Métrica o indicador	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8	Sprint 9	Sprint 10	Sprint 11
1	Duración del sprint en días hábiles (planeados)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	0
2	Duración del sprint en días hábiles (real)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
3	Velocity planeado para la iteración (VP)	55	55	50	60	65	55	50	45	45	50	16
4	SP completados por iteración (SPC)	53	50	60	70	70	49	42	49	40	39	18
5	Variación del Velocity (VV)	96%	91%	120%	117%	108%	89%	84%	109%	89%	78%	113%
6	Costo base por iteración (CBI)	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$3,527.95	\$0.00
7	Costo real por iteración (CRI)	\$7,055.89	\$7,055.89	\$8,055.89	\$7,900.00	\$9,100.00	\$6,010.90	\$6,500.00	\$7,055.89	\$7,055.89	\$7,055.89	\$3,527.95
8	Costo real por SP (CRSP)	\$133.13	\$141.12	\$134.26	\$112.86	\$130.00	\$122.67	\$154.76	\$144.00	\$176.40	\$180.92	\$196.00
9	SP agregados al backlog (SPAB)	0	1	5	13	5	1	0	2	8	1	1
10	Tamaño real del backlog Total (TRBT)	503	504	509	522	527	528	528	530	538	539	540
11	SP restantes del backlog (SPRB)	450	401	346	289	224	176	134	87	55	17	0
12	Variación del costo (CV) por iteración	\$0.00	\$0.00	-\$1,000.00	-\$844.11	-\$2,044.11	\$1,044.99	\$555.89	\$0.00	\$0.00	-\$3,527.95	-\$3,527.95
	<b>Variación de costo total</b>											<b>-\$9,343.23</b>

En la **Figura 5.10**, se aprecian los indicadores de desempeño más importantes para el control de costos, en los indicadores de la fila 8 y 12 correspondientes al Costo Real por *Story Point* (CRSP) y a la Variación del Costo por iteración (CV). Ambos indicadores tienen umbrales definidos (ver **Cuadro 5.3**) y al ir llenando la plantilla, los valores se van calculando y se utiliza un color diferente para cada uno de ellos, de manera que los valores en color verde corresponden a indicadores que tienen un desempeño “Óptimo”, los amarillos “Aceptable” y los rojos “No Aceptable”.

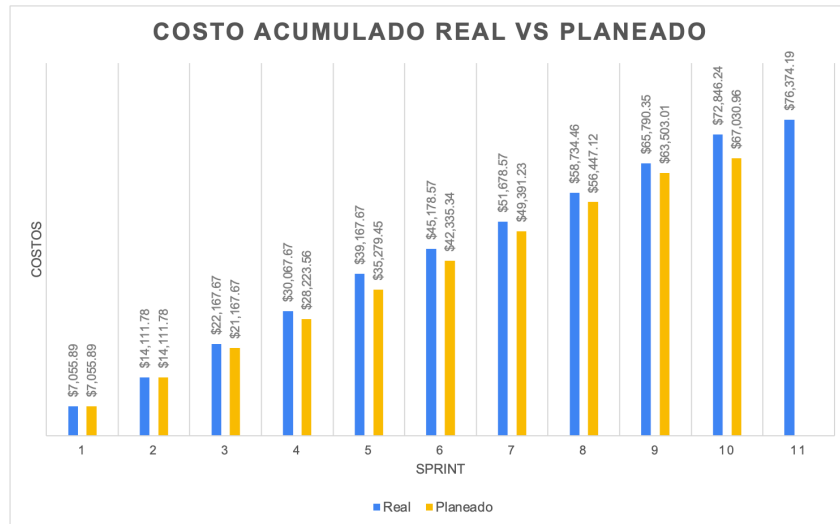
En este caso tal como se puede ver utilizando datos simulados, hubo variación en el *Velocity* del equipo que provocó que el *Sprint* 10 se tuviera que ampliar a 2 semanas y no 1 semana, como inicialmente estaba estipulado. Además, se tuvo que crear el *Sprint* 11 para poder completar el trabajo pendiente, esto, por supuesto genera sobrecostos en esta simulación.

La variación de costo de cada iteración se va sumando en la última fila, mostrando si el desarrollo está generando sobrecostos o no de una manera fácil y visual. Además, la plantilla también genera los siguientes gráficos correspondientes a una comparativa visual de Costo

Acumulado Real vs Planeado (

**Figura 5.11**) y Variación del costo por iteración (**Figura 5.12**).

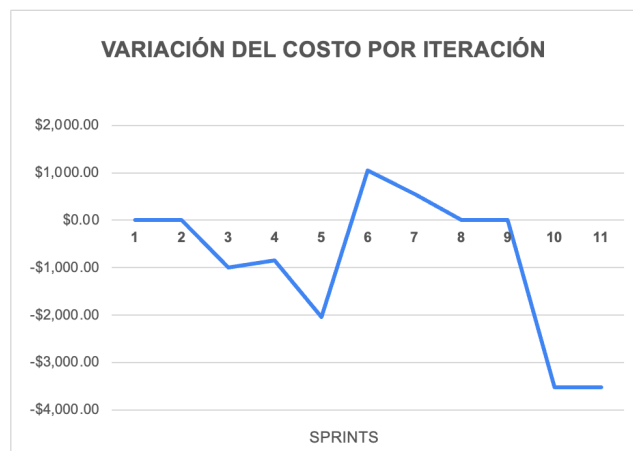
**Figura 5.11** Gráfico costo acumulado real vs planeado



Con el gráfico de la

**Figura 5.11** se puede obtener una comparación básica pero efectiva entre el costo real acumulado y el planeado, permitiendo monitorear el desempeño financiero de la fase de desarrollo e identificar cuales iteraciones generaron sobrecostos o bien cuales tuvieron costos menores a lo planeado, y con ello poder tomar medidas correctivas a tiempo, si empieza a existir una tendencia negativa. También permite visualizar cuántos *sprints* se tuvieron que agregar, tal como sucede en esta simulación donde se agregó un *sprint* adicional.

**Figura 5.12** Gráfico variación de costo por iteración



El gráfico de la **Figura 5.12** tiene como objetivo visualizar la variación del costo real y el planeado para cada *sprint*, y destacando si existen sobrecostos (valores negativos) o si más bien hay una reducción de estos (valores positivos).

### 5.3.5.3 Control de costos

Para controlar los costos y prevenir desviaciones significativas en este proyecto se utilizarán las distintas métricas descritas en el **Cuadro 5.3**, que se amplían a continuación.

Las métricas o indicadores base son puntos de referencia iniciales que permiten expresar cuantitativamente algunos datos al iniciar el proyecto, los cuales son clave para realizar las estimaciones base relacionadas con costos. En la estimación de costos las métricas base corresponden a:

- **Costo Base del Producto (CBP):** Costo que se estima invertir para la fase de desarrollo de software.
- **Costo Base por Iteración (CBI):** Costo asociado al desarrollo de cada *sprint*.

- **Costo Base del *Story Point* (CBSP):** Costo base de cada SP.

Ahora bien, con base en los datos anteriores y conforme vaya avanzando el proyecto se podrán obtener otras métricas o indicadores de interés para conocer de desempeño del proyecto:

- **Costo Real de la Iteración (CRI):** Costo real de cada iteración.
- **Costo Real por *Story Point* (CRSP):** Costo real de cada SP para una iteración.
- **Variación de Costo (VC):** Diferencia entre el costo real y el estimado de cada iteración.

A continuación, en el **Cuadro 5.8** se detalla el punto de control de las métricas o indicadores y como se utilizará la información generada por éstas.

**Cuadro 5.8** Métricas de control de costos

Métrica o indicador	Punto de control	Uso de la información brindada por la métrica
<b>Costo Real de la Iteración (CRI)</b>	Al finalizar el <i>sprint</i> , se obtiene la suma del costo de cada <i>sprint</i> (contabilidad provee el dato exacto) y se completa la Plantilla de Control y Seguimiento.	Con este dato la plantilla automáticamente calcula los indicadores CRSP y CV que determinan el desempeño financiero de la etapa de desarrollo.
<b>Costo Real por <i>Story Point</i> (CRSP)</b>	Al finalizar el <i>sprint</i> se obtiene la cantidad de SP completados (SPC) y con el costo real de la iteración se puede saber con exactitud el costo real del SP.	Determina la eficiencia por SP completado. Si el costo por SP está superando el umbral definido significa que el <i>sprint</i> generará sobrecostos y se deben tomar medidas correctivas.
<b>Variación de Costo (VC)</b>	Al finalizar cada iteración se deben completar todos los datos de la Plantilla de Control y Seguimiento para determinar este valor.	Este valor cuantifica el desempeño general del <i>sprint</i> y es vital para la toma de decisiones futuras y medidas correctivas, por lo tanto, hay que controlar que no crezca más de lo establecido en los umbrales definidos para no sobrepasar el presupuesto asignado al proyecto.

#### 5.3.5.4 Medidas correctivas en caso de desviación

Debido a que en este proyecto la restricción más importante es el costo, se deben tomar medidas correctivas si se da una desviación de costos significativa.

Si bien es cierto que se llevará un seguimiento y control de costos riguroso al cierre de cada iteración y la probabilidad de que existan desviaciones que impacten negativamente el desarrollo del proyecto es baja, se considera importante tener una guía de qué se debe realizar si llega a pasar. Para ello se propone un plan de acción básico que puede cambiar según la situación, pero a grandes rasgos si hubiera una desviación de costos que supere los umbrales establecidos del proyecto se sugiere abordar este escenario siguiendo una serie de pasos y acciones que se describen a continuación:

**Paso #1: Identificar la causa de la desviación:** Para poder implementar acciones correctivas lo primero es determinar si la desviación se debe a requisitos cambiantes, estimación inexacta de tareas o alguna otra causa derivada de un riesgo materializado o un impedimento. Es conveniente realizar reuniones de equipo para determinar la(s) causa(s) y analizar el *Burnup Chart*, la Plantilla de control y seguimiento y cualquier otra documentación que aporte información de posibles causas.

Dependiendo de la causa así serán las medidas que se tomarán:

- **Cambio de alcance (*scope creep*):** Se debe re-evaluar el alcance del proyecto mediante el refinamiento y la re-priorización del trabajo pendiente del *backlog* poniendo las tareas críticas de primero.

**Acciones:** Reunión entre el *Product Owner* y el Patrocinador para discutir cuáles tareas son prioridad en ese momento y evaluar si se debe ajustar el alcance del proyecto.

- **Estimación inexacta de tareas:** Se debe prevenir que el *backlog* restante continúe mal estimado.

**Acciones:** Reunión de refinamiento del *backlog* actual y ajuste del plan de entregas. Posteriormente realizar una re-estimación de costos.

- **Riesgos o impedimentos materializados:** Monitorear los riesgos/impedimentos y validar si los recursos priorizan la atención de estos eventos.

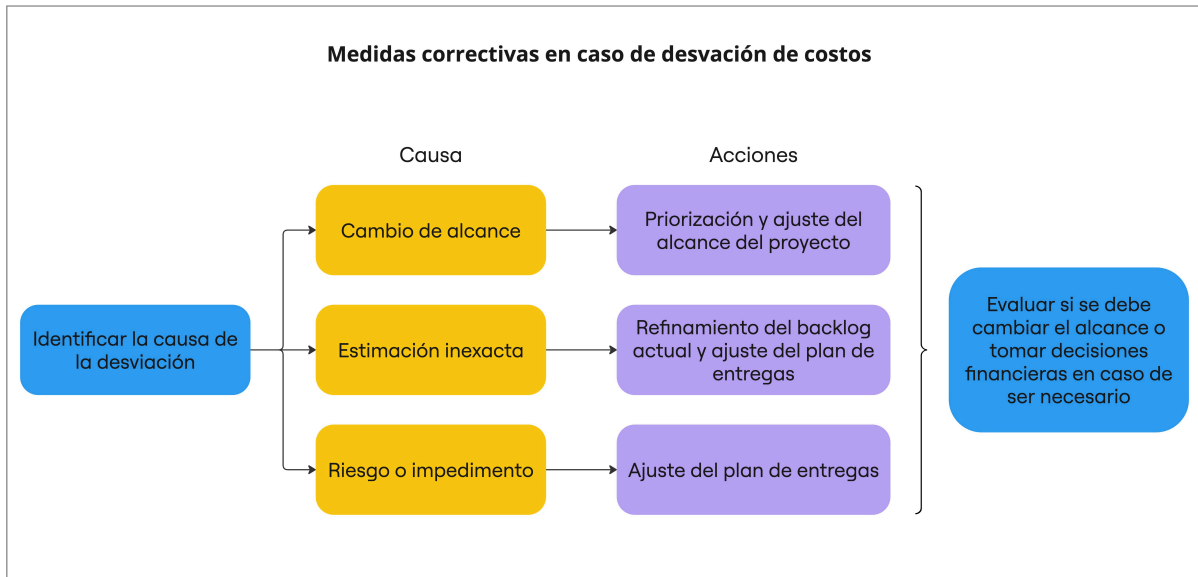
**Acción:** Durante las reuniones diarias de equipo se debe realizar el seguimiento de riesgos e impedimentos y priorizar las tareas que ayuden a resolverlos. En caso de ser necesario se debe ajustar el plan de entregas.

**Paso #2:** Según el impacto que tenga la desviación en el presupuesto total, se debe evaluar si es necesario cambiar el alcance del proyecto o tomar decisiones financieras con

respecto al presupuesto restante, validar si hay posibilidades de ampliar el presupuesto o bien desarrollar un Plan de Recuperación.

A continuación, en el diagrama de la **Figura 5.13** se ilustran las posibles causas y acciones descritas anteriormente.

**Figura 5.13** Diagrama medidas correctivas



### 5.3.6 *Gestión de calidad*

Para la gestión de calidad de este proyecto se establece un plan de aseguramiento de la calidad que contiene los aspectos necesarios para garantizar que el proyecto cumpla con todos los estándares de calidad de software durante todo su ciclo de vida.

La gestión de la calidad se realizará con un enfoque basado en los principios de CI/CD y el desarrollo ágil, donde es necesaria la colaboración de todo el equipo para producir un producto de calidad, ya que cada uno de los miembros tiene que cumplir con responsabilidades en cuanto al aseguramiento de la calidad. Esto proporciona un marco flexible pero controlado que asegura que los entregables sean de alta calidad, que el feedback y los defectos encontrados sean atendidos rápidamente.

A continuación, se detalla el plan de aseguramiento de la calidad:

### 5.3.6.1 Objetivo de calidad del proyecto

Asegurar en cada entrega que el software sea estable y funcional mientras se minimizan errores y se atiende el feedback a lo largo del ciclo de iteraciones.

### 5.3.6.2 Criterios de calidad

- El sistema debe ser 100% funcional de acuerdo con las especificaciones establecidas.
- El sistema debe cumplir con los requisitos de usabilidad, presentando una interfaz amigable con el usuario, intuitiva y fácil de usar.
- El sistema debe ser capaz de manejar un volumen mínimo de 1000 usuarios sin afectar el rendimiento.
- El tiempo de respuesta del sistema debe ser inferior a 2 segundos en cada interacción del usuario.
- El sistema no debe presentar errores críticos que afecten la operación del cliente (caídas de sistema).

### 5.3.6.3 Estrategias y herramientas de gestión de calidad

A continuación, en el **Cuadro 5.9** se detallan las estrategias, las acciones y herramientas de calidad que se utilizarán para el control de la calidad del sistema.

**Cuadro 5.9** Estrategias de calidad

Estrategia	Descripción	Acción	Herramientas
<b>Integración Continua / Entrega Continua (CI/CD)</b>	Configuración de flujos de CI/CD para garantizar que todo el código siempre se encuentre actualizado, probado y listo para hacer un <i>release</i> .	Cada cambio de código dispara un proceso automático de pruebas unitarias, de integración y compilación.	Jenkins.
<b>Pruebas de QA</b>	El desarrollador QA desarrollará un plan de pruebas para todos los requisitos funcionales y no funcionales.	Las pruebas serán ejecutadas a lo largo del ciclo de vida de desarrollo. En cada iteración se deben realizar pruebas de regresión, pruebas funcionales, pruebas de rendimiento y calidad de código.	Selenium y SonarQube.

Estrategia	Descripción	Acción	Herramientas
<b>Pruebas de usuario y gestión de defectos</b>	El usuario deberá probar las funcionalidades entregadas para validar que cumple con los criterios de aceptación y sus expectativas.	Al final de cada <i>sprint</i> se realizarán pruebas de aceptación de usuario y se atenderá el feedback brindado por el usuario incorporándolo al <i>backlog</i> al igual que cualquier defecto identificado.	N/A
<b>Criterios de aceptación</b>	Cada historia de usuario deberá tener criterios de aceptación para considerarla como completada y aceptada.	En la reunión de refinamiento se debe validar que cada historia tenga criterios de aceptación. Antes de que cada desarrollador marque la historia como completada debe validar que se cumplen los criterios de aceptación.	Jira
<b>Definición de Done (DoD)</b>	Es el equipo acuerda una definición que establece los criterios que una historia de usuario debe tener para considerarse completa y lista para ser entregada.	Antes de marcar una historia de usuario completada y lista para ser entregada, se debe validar que cumple todas estas condiciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El código está desarrollado y revisado.</li> <li>- El código está integrado en el repositorio y las pruebas de integración y unitarias fueron exitosas.</li> <li>- Las pruebas de aceptación son satisfactorias.</li> <li>- La historia fue aprobada por el <i>Product Owner</i>.</li> </ul>	Jira

### 5.3.6.1 Roles y responsabilidades de calidad

Los miembros del equipo tendrán un papel fundamental en el aseguramiento de la calidad del sistema, para ello cada uno cumplirá con una responsabilidad

- **Desarrolladores:** Implementan software de calidad, crean pruebas unitarias para cada funcionalidad desarrollada y corrigen defectos
- **Desarrollador QA:** Crea el plan de pruebas y ejecuta las pruebas de funcionalidad, regresión, rendimiento y aceptación.

- **Product Owner:** Especifica claramente las historias y sus criterios de aceptación, revisa los entregables, valida el cumplimiento de los criterios de aceptación y realiza pruebas con el usuario y gestiona el feedback recibido.
- **Scrum Master:** Facilita y asegura reuniones para que las pruebas se realicen a tiempo.

### 5.3.6.2 Control de calidad

Para controlar la calidad del proyecto se utilizarán distintas métricas descritas en el Cuadro 5.3, que a continuación se procede ampliar.

- **Tasa Cobertura Pruebas Automatizadas (TCPA):** Sirve para determinar la cobertura de las pruebas automatizadas. Se debe cumplir con 80% de cobertura como mínimo.
- **Story Points Denegados (SPD):** Es un indicador que muestra de manera porcentual cuantos *story points* no han cumplido con los criterios de aceptación del cliente en cada *sprint*. No se debe de ser mayor a 5%.

A continuación, en el Cuadro 5.10 se detalla el punto de control y el uso que se le dará a la información recolectada de estas métricas.

**Cuadro 5.10** Métricas de control de calidad

Métrica o indicador	Punto de control	Uso de la información brindada por la métrica
<b>Tasa Cobertura Pruebas Automatizadas (TCPA)</b>	Cada vez que un desarrollador integre código en el repositorio, automáticamente se deben correr pruebas automatizadas y la herramienta Jenkins almacena la tasa de cobertura después de la integración. Cuando se realice una entrega se debe validar que la tasa de cobertura cumpla con los umbrales establecidos.	Permite conocer si existen fragmentos de código que no está siendo analizado por las pruebas automatizadas.
<b>Story Points Denegados (SPD)</b>	Al finalizar el <i>sprint</i> se actualiza este indicador, tomando en cuenta la cantidad de <i>story points</i> completados.	Este indicador se puede utilizar para monitorear la calidad de las tareas desarrolladas durante el <i>sprint</i> .

Para el adecuado seguimiento de estas métricas, al final de cada iteración se completará la plantilla adjuntada en Apéndice I: Plantilla de Seguimiento y Control

### **5.3.7 Gestión de los interesados y las comunicaciones**

En cuanto a la comunicación y los interesados se pretende abordar ambas áreas con un enfoque ágil pero formal, donde exista un ambiente que fomente la participación continua de los interesados y la responsabilidad por mantener una comunicación fluida y transparente entre interesados.

Todas las comunicaciones que se generen a partir de reuniones o ceremonias virtuales deberán ser grabadas, y si son presenciales se de contar con algún tipo de comunicación escrita donde queden documentados acuerdos, comentarios, o cualquier otra información relevante durante el desarrollo del proyecto. En algunos escenarios podría ser necesario el uso de bitácoras, especialmente cuando se trate de acuerdos con respecto a cambios de alcance, costo y tiempo. Las comunicaciones de temas relativos a solicitudes de cambios deben realizarse de manera formal y siempre tener evidencia escrita tal y como se explica en el apartado 5.3.9.

A continuación, se detallan los procesos relativos a la planificación de la gestión de los interesados y las comunicaciones.

#### **5.3.7.1 Identificación de los interesados**

Para la gestión de las comunicaciones y los interesados de este proyecto, primeramente, se deben detectar cuáles son los interesados del proyecto y su rol en el proyecto. A continuación, en el **Cuadro 5.11** se resumen los detalles:

**Cuadro 5.11** Interesados

<b>Interesado</b>	<b>Rol/Responsabilidad</b>
<b>Patrocinador</b>	Patrocinador del proyecto, también será usuario final.
<i>Project Manager / Product Owner</i>	Coordina y controla el avance del proyecto. Define y gestiona requerimientos.
<i>Scrum Master</i>	Encargado de coordinar el equipo de desarrollo y eliminar impedimentos

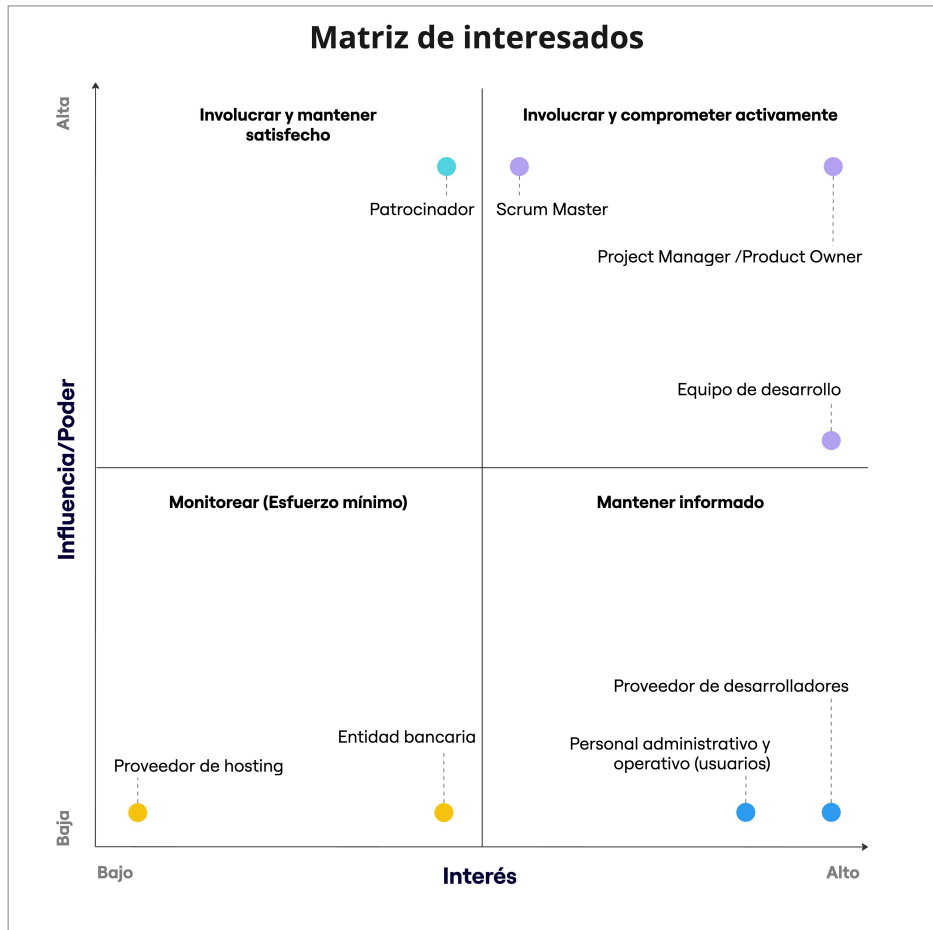
<b>Interesado</b>	<b>Rol/Responsabilidad</b>
<b>Equipo de desarrollo</b>	Desarrolla las actividades que permitan cumplir con los entregables establecidos en tiempo y forma.
<b>Personal administrativo y operativo (Usuarios)</b>	Usuarios final del sistema y encargados de realizar pruebas de usuario.
<b>Empresa proveedora de desarrolladores</b>	Provee desarrolladores que cumplan con el perfil solicitado.
<b>Empresa proveedora de <i>hosting</i> y dominio</b>	Provee el hospedaje de la aplicación y la base de datos.
<b>Entidad bancaria</b>	Aporta el capital necesario para el desarrollo del proyecto.

Ahora bien, sabiendo quienes son los interesados se debe identificar su nivel de influencia e importancia en el proyecto, para poder determinar la estrategia de gestión. Para ello se realiza una matriz de involucrados donde se ubican en cuatro cuadrantes los diferentes involucrados. En esta matriz el eje vertical presenta a la influencia o poder que tiene el involucrado en el proyecto siendo el extremo superior la influencia más alta y el extremo inferior la influencia más baja. El eje horizontal representa el interés en el éxito del proyecto tiene el involucrado, siendo el extremo izquierdo el interés más bajo y el extremo derecho el interés más alto.

A continuación, en la

**Figura 5.14**, se encuentra la representación gráfica de la Matriz de interesados.

Figura 5.14 Matriz de interesados



Como se puede apreciar en la

**Figura 5.14**, cada uno de los cuadrantes tiene una estrategia de gestión distinta. Las cuatro posibles estrategias son:

- **Involucrar y mantener satisfecho:** Se les provee información estratégica para que continúen apoyando el proyecto y se encuentren satisfechos, pero no necesitan estar involucrados en decisiones diarias.
- **Involucrar y comprometer activamente:** Son indispensables para el éxito del proyecto y tienen que participar activamente en la toma de decisiones, planificación y en la ejecución de tareas. Con estos involucrados la comunicación debe ser constante y se deben monitorear de cerca.
- **Monitorear:** Se debe monitorear su situación para evitar problemas inesperados, pero la comunicación con estos interesados para efectos de este proyecto es mínima.
- **Mantener informado:** Se deben mantener informados regularmente y son involucrados en algunas partes del proceso de desarrollo, especialmente durante las pruebas, ya que su feedback es valioso para la mejora del sistema y el cumplimiento de expectativas del usuario.

### **5.3.7.2 Comunicación de los interesados**

Para describir el plan de comunicación con los interesados se creó una Matriz de interesados donde se incluye todos los detalles relacionados con comunicación dentro del proyecto. A continuación, en el **Cuadro 5.12** se muestra la Matriz de comunicación.

**Cuadro 5.12** Matriz de coMAtrmunicación

Reunión / Ceremonia	Objetivo	Responsable	Método /Canal	Frecuencia	Herramientas	Plazos	Audiencia						
							Patrocinador	Project Manager	Scrum Master	Product Owner	Equipo desarrollo	Usuarios	Proveedor desarrollo
<b>Reunión de Kick-off</b>	Lanzar formalmente el proyecto reuniendo a los miembros del equipo para exponer los objetivos del proyecto, el alcance, el tiempo los roles y responsabilidades y compartir expectativas para garantizar que todos están listos para iniciar.	<i>Project Manager</i>	Presencial	Una vez al inicio del proyecto		Primera semana de desarrollo	x	x	x	x	x		
<b>Creación del backlog inicial</b>	Recopilar los requerimientos y necesidades del patrocinador y convertirlo en historias de usuario, tareas y subtareas que deben realizarse para completar el trabajo del proyecto.	<i>Product Owner</i>	Presencial	Una vez antes de iniciar el proyecto	Jira	1 -2 meses antes del inicio del desarrollo	x			x			
<b>Reuniones de aprobación de UX</b>	Aprobar los diseños creados por el diseñador y validar que el equipo de desarrollo cuenta con los medios necesarios para lograr el diseño funcional.	<i>Product Owner</i>	Presencial	1 o 2 veces por <i>sprint</i>						x	x		
<b>Sprint Planning</b>	Definir el trabajo por realizar durante el <i>sprint</i> y establecer las tareas que formarán el <i>Sprint Backlog</i>	<i>Product Owner y Scrum Master</i>	Virtual	Al inicio del <i>sprint</i>	Microsoft Teams	Lunes de 8am a 10 am			x	x	x		

Reunión / Ceremonia	Objetivo	Responsable	Método /Canal	Frecuencia	Herramientas	Plazos	Audiencia						
							Patrocinador	Project Manager	Scrum Master	Product Owner	Equipo desarrollo	Usuarios	Proveedor desarrollo
<i>Daily meeting</i>	Coordinar al equipo, discutir los avances del día anterior, identificar impedimentos/riesgos y planificar el trabajo del día para alcanzar los objetivos del <i>sprint</i> .	<i>Scrum Master</i>	Virtual	Diaria	Microsoft Teams	Todos los días a las 8am			x	x	x		
<i>Sprint Review</i>	Presentar el avance del <i>sprint</i> al <i>Product Owner</i> , aceptar historias y recopilar feedback y ajustar el <i>backlog</i> según sea necesario.	<i>Product Owner</i> y <i>Scrum Master</i>	Presencial	Al final del <i>sprint</i>		Viernes 1pm	x		x	x	x		
<i>Sprint Retrospective</i>	Reflexionar sobre el proceso del <i>sprint</i> finalizado, identificar áreas de mejora y valorar acciones para mejorar la eficiencia del equipo en el próximo <i>sprint</i> si es necesario	<i>Scrum Master</i>	Presencial	Al final del <i>sprint</i>		Viernes 2pm			x	x	x		
<i>Product Demo</i>	Mostrar a los interesados las funcionalidades desarrolladas, demostrar el valor entregado y obtener retroalimentación inmediata para asegurar que el producto cumpla con sus requisitos y expectativas.	Equipo de desarrollo	Presencial	Antes de realizar un entregable		Viernes 3pm	x		x	x	x	x	
Reunión de refinamiento	Revisar y detallar las historias de usuario en el <i>backlog</i> , asegurarse de que estén bien definidas, tienen criterios de aceptación y están correctamente priorizadas, y prepararlas para la planificación de los siguientes <i>sprints</i> .	<i>Product Owner</i>	Presencial	Semanal		Jueves de 1 a 2pm				x	x		

Reunión / Ceremonia	Objetivo	Responsable	Método /Canal	Frecuencia	Herramientas	Plazos	Audiencia						
							Patrocinador	Project Manager	Scrum Master	Product Owner	Equipo desarrollo	Usuarios	Proveedor desarrollo
Informe de avance	Mantener informados a los involucrados sobre el progreso del proyecto.	<i>Product Owner</i>	Virtual	Quincenal	Correo electrónico	Lunes 10am	x		x	x			
Pruebas de usuario	Validar que el producto satisface sus necesidades del usuario, recibir feedback y detectar errores.	<i>Product Owner</i>	Presencial	Después de realizar un entregable		Lunes 1pm	x			x		x	
<i>Team Sync</i>	Coordinar las actividades del equipo, resolver dudas o problemas de forma rápida y asegurar que todos los miembros estén alineados en cuanto a tareas, prioridades y expectativas.	<i>Scrum Master</i>	Virtual	Cuando el equipo lo solicite	Microsoft Teams	Martes 2pm			x	x	x		
Capacitación	Garantizar que los usuarios puedan usar el sistema correctamente para realizar sus labores y aumentar su experiencia, confianza y conocimiento en el sistema.	Equipo de desarrollo	Presencial	Una vez al finalizar el desarrollo	N/A	Última semana del proyecto			x	x	x		
Reunión de cierre	Concluir el proyecto y documentar lecciones aprendidas, realizar la entrega oficial de documentación técnica.	<i>Project Manager</i>	Presencial	Una vez al final del proyecto	N/A	Última semana del proyecto	x	x	x	x	x		x
Escalamient o proveedor	Realizar algún escalamiento con el proveedor de desarrolladores en caso de problemas o bajo de rendimiento del equipo.	<i>Project Manager</i>	Virtual	Cuando sea necesario	Correo electrónico	N/A							x

Como se puede apreciar en el **Cuadro 5.12** cada una de las reuniones o ceremonias tiene un responsable para asegurar su eficiencia y el cumplimiento del *timebox* definido para cada una. También es importante destacar que en esta matriz de comunicación no se toma en cuenta en esta matriz al proveedor de hosting y a la entidad bancaria, debido a que la comunicación con ellos se da antes del inicio del desarrollo del proyecto y la probabilidad de que haya comunicación durante el proyecto es baja.

#### **5.3.7.1 Lecciones aprendidas y documentación**

Para la documentación de cualquier dato o información técnica generada durante el desarrollo del proyecto y la documentación de lecciones aprendidas (discutidas en el *Sprint Retrospective*), se utilizará Confluence. Además, en Jira se podrán hacer anotaciones de comentarios de los involucrados.

También como parte del proceso de documentación del código fuente, se incentiva a los desarrolladores a realizar documentación interna del código y se implementa un control que al hacer integraciones de código en el repositorio es obligatorio que el desarrollador incluya un comentario descriptivo de las funcionalidades que están siendo integradas.

#### **5.3.7.2 Herramientas de comunicación y colaboración**

Se define que las herramientas de comunicación y colaboración utilizadas en el proyecto serán las siguientes (anteriormente explicadas en la sección 5.3.2.3 Definición de herramientas tecnológicas a utilizar):

- **Microsoft Teams:** Reuniones virtuales y chat.
- **Confluence:** Documentación de lecciones aprendidas o cualquier otro tipo de documentación técnica.
- **Jira:** Herramienta colaborativa para la documentación de historias de usuario y autogestión del equipo.

#### **5.3.7.3 Monitoreo de comunicaciones**

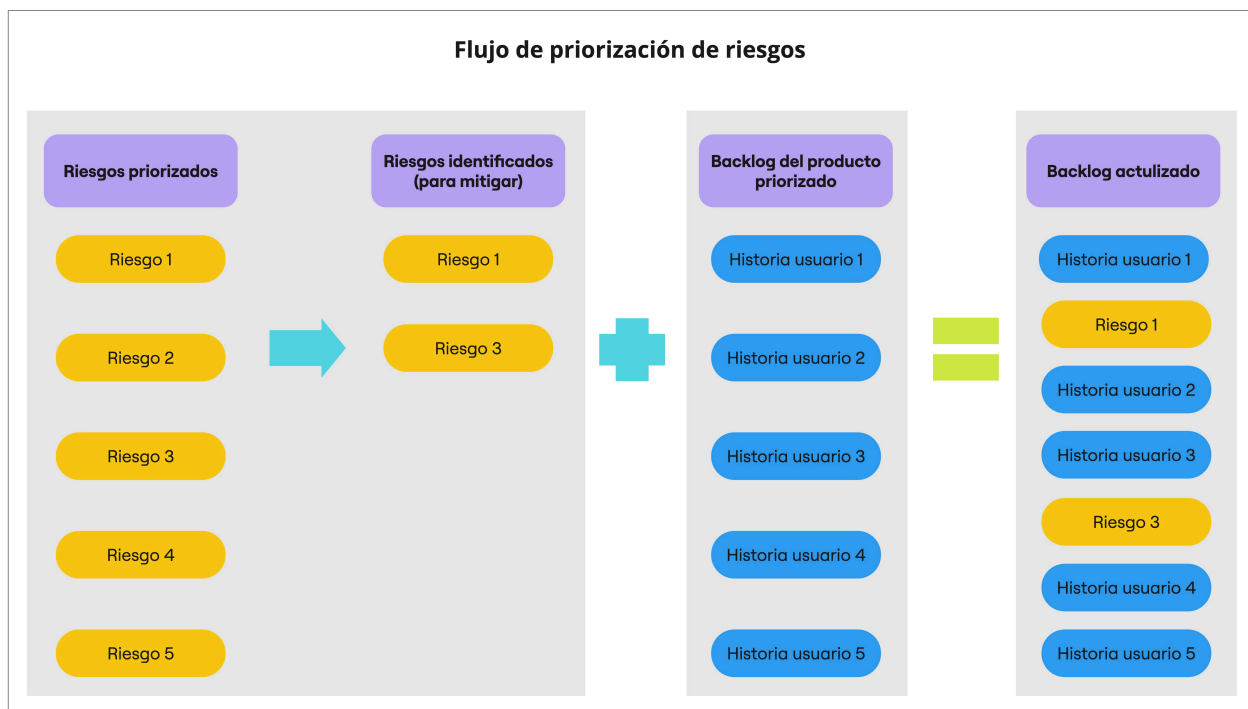
El control de las comunicaciones y las expectativas de los involucrados no se realizará de forma rigurosa debido a que el enfoque ágil del proyecto fomenta la comunicación continua y es bastante notable cuando hay problemas de comunicación en equipos autogestionados. Sin

embargo, durante los *Sprint Retrospective* se discute si es necesario realizar ajustes en la frecuencia u horario de las reuniones.

### 5.3.8 Gestión de riesgos

En este proyecto la mayoría de los riesgos se pueden dar en la etapa de desarrollo de software, la cual es ágil, por ello se plantea que los riesgos e impedimentos sean manejados como lo propone Scrum, de manera dinámica y flexible, involucrando a los interesados y al equipo continuamente. Esto se logra, según cita el SBOK (ScrumStudy, 2022) identificando los riesgos para crear lo que se conoce como registro o matriz de riesgo (priorizados por probabilidad de ocurrencia o impacto). Luego al inicio del *sprint* o cuando el equipo crea conveniente, se revisa el registro de riesgos y se evalúa si ha cambiado la probabilidad de ocurrencia. En caso de que existan riesgos sobre los cuales se deben tomar acciones de mitigación en el *sprint* que se está planeando, se deben ingresar al *product backlog* y priorizarlo nuevamente. Tal como se muestra en la **Figura 5.15**.

**Figura 5.15** Priorización de riesgos en el *product backlog*



**Nota:** Adaptado del SBOK.

De esta manera en el siguiente *sprint* se trabajará en tareas relacionadas a la mitigación de los riesgos si se encuentran en el “*top*” de tareas por realizar del *backlog*. Cabe destacar que la respuesta a cada riesgo dependerá en gran medida de la probabilidad y el impacto que tengan, sin embargo, debido a que scrum es iterativo, los tiempos de respuesta y la retroalimentación rápida permite que los errores y riesgos se detecten de forma oportuna, creando así un tipo de “mitigación natural”.

### 5.3.8.1 Identificación de riesgos

Ahora bien, sabiendo los niveles de riesgo existentes se realiza una identificación de riesgos de este proyecto, para ello se realiza un análisis de supuestos, intereses y expectativas de los interesados y de riesgos asociados propiamente al desarrollo de software; a raíz de este análisis se determina que el proyecto cuenta con 5 riesgos y se identifican sus causas e impacto en el proyecto. A continuación, en el **Cuadro 5.13** se presenta esta información:

**Cuadro 5.13** Riesgos, causas e impacto

Riesgo	Causa(s)	Impacto
<b>R1:</b> Resistencia al cambio por parte de los usuarios.	Falta de familiaridad con el uso de la aplicación debido a baja capacitación.	<b>Calidad y tiempo</b> Retraso en el feedback y la corrección de errores
<b>R2:</b> Estimación imprecisa de tareas.	Estimaciones muy optimistas debido a falta de información de las tareas y poca visualización de dependencias.	<b>Tiempo y costo</b> Se requerirá más tiempo para completar las tareas lo cual impactará directamente en costos, que podrían superar el presupuesto asignado.
<b>R3:</b> Falta de experiencia del proveedor de desarrollo.	Miembros del equipo de desarrollo no cuentan con la experiencia, habilidades o conocimiento requerido para realizar tareas asignadas.	<b>Calidad, tiempo y costo</b> Entrega de software de mala calidad. Retrasos en el proyecto, lo cual impacta directamente los costos.
<b>R4:</b> Bajo rendimiento de las pruebas de control de calidad.	Pruebas insuficientes durante el proceso de desarrollo.	<b>Tiempo y calidad</b> Retraso en el lanzamiento de entregables. Defectos en el sistema.
<b>R5:</b> Cambios en los requisitos durante el desarrollo.	Solicitud de cambios que corresponden a nuevas características que se encuentran fuera del alcance del proyecto.	<b>Tiempo y costo</b> Sobrecostos y retrasos en las entregas.

### 5.3.8.2 Creación de matriz de riesgos

El primer paso para gestionar adecuadamente riesgos es determinar cuáles son los umbrales de variación permitidos o el nivel de tolerancia que se tiene para cada una de las variables del proyecto: alcance, costo, tiempo y calidad con el fin de poder determinar el impacto negativo que pueden tener los riesgo en cada una de estas variables. A continuación, en el **Cuadro 5.14** se detalla la tolerancia por variable:

**Cuadro 5.14** Límites de tolerancia

Variable	Límite de tolerancia
Alcance	55 <i>Story Points</i> adicionales
Costo	11% del presupuesto total es decir \$9.000
Tiempo	3 semanas
Calidad	5% de SP denegados

Además de ello, es importante determinar cuáles son las probabilidades de riesgo que formarán parte de la matriz de riesgo, las cuales en este caso se clasificarán como se muestra en el **Cuadro 5.15**:

**Cuadro 5.15** Escala de probabilidad de riesgo

Probabilidad	Descripción
1 - Baja	Entre 0% y 20 de probabilidad de ocurrencia
2 - Media	Entre 21% y 40% de probabilidad de ocurrencia
3 - Alta	Más 40% de probabilidad de ocurrencia.

También se define que el impacto estará dado en la escala del **Cuadro 5.16**, mostrado a continuación:

**Cuadro 5.16** Escala de impacto de riesgo

Impacto	Alcance	Costo	Tiempo	Calidad
1 – Bajo	Menos 20 SP.	Menos de -\$1000	Menos de 1 semana.	2% de SP denegados.
2 – Moderado	Entre 20 y 50 SP.	Entre \$1000 y \$2000.	Entre 1 y 2 semanas.	Entre 1% y 3% de SP denegados
3 – Alto	Más de 50 SP/	Más de \$2000.	Más de 3 semanas	Mas de 3% de SP denegados

Con base en estas dos escalas se puede generar una matriz de Probabilidad X Impacto que permite definir 4 niveles de riesgo al evaluar la combinación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto que tendría el riesgo en el proyecto, tal como se muestra a continuación en el **Cuadro 5.17**.

**Cuadro 5.17** Matriz Probabilidad X Impacto

		Impacto		
		Bajo	Moderado	Alto
Probabilidad	Baja	Bajo	Bajo	Moderado
	Media	Bajo	Moderado	Alto
	Alta	Moderado	Alto	Crítico

También es importante definir de qué forma se tratarán cada uno de los niveles de riesgo:

- **Riesgo bajo:** Solo requiere monitoreo, pero no es necesario tomar acciones inmediatas.
- **Riesgo moderado:** Debe ser gestionado y definir las medidas de mitigación. Además, debe ser monitoreado constantemente.
- **Riesgo alto:** Requiere acciones preventivas para mitigar su efecto y debe ser monitoreado diariamente.

- **Riesgo crítico:** Debe ser atendido de manera inmediata para evitar un impacto negativo en el proyecto.

Los riesgos serán clasificados en 3 categorías:

- **Estimación:** Relacionados a la estimación de costos y tiempo.
- **Técnicos:** Relacionados con los requisitos, la calidad del software y la aceptación del nuevo sistema.
- **Externos:** Relacionados a eventualidades o problemas ajenos al equipo.

Además, existirán diferentes estrategias de gestión de los riesgos, las cuales se detallan a continuación:

- **Evitar:** Significa prevenir o eliminar la causa del riesgo, realizando ajustes o ejecutando acciones para que exista menos probabilidad de ocurra el riesgo.
- **Escalar:** Significa que si el riesgo ocurre debe ser elevado a un nivel superior dentro de la organización para ser gestionado.
- **Transferir:** Significa pasar la responsabilidad o el impacto del riesgo a otra parte.
- **Mitigar:** Reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto de un riesgo, tomando acciones para disminuir los riesgos en caso de que se materialice.
- **Aceptar:** En caso de que el riesgo no sea transferible ni mitigable se debe aceptar, se debe asumir que el riesgo ocurrirá y se prepara el entorno para gestionarlo de la mejor manera.

Con los datos anteriores es posible realizar una evaluación de riesgos utilizando una matriz de probabilidad e impacto para crear una matriz de riesgos del proyecto tal como se presenta a continuación en la **Figura 5.16**. Además, con esta matriz se realiza una evaluación cuantitativa de los riesgos, lo cual permite determinar el monto ideal que se debe utilizar en la reserva de contingencia como parte del plan de costos, el cual corresponde a un total de \$4.610 y se agrega un 10% de este monto para reserva de riesgos desconocidos. También es posible conocer el retraso potencial en semanas en caso de materialización de los riesgos, el cual corresponde a 1.7 semanas.

Figura 5.16 Matriz de riesgos del proyecto

Código	Riesgo			Tipo de riesgo	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Valoración (PxI)	Estrategias de gestión de riesgo y acciones (con enfoque ágil)	Evaluación cuantitativa de riesgos			
	Riesgo y responsable	Causa	Impacto						Impacto al costo (dólares)	Impacto al tiempo (semanas)	Costo (PxI)	Tiempo (PxI)
R1	Resistencia al cambio por parte de los usuarios. <b>RESPONSABLE:</b> Product Owner	Falta de familiaridad con el uso de la aplicación debido a baja capacitación.	Retraso en el feedback y la corrección de errores	Técnico	2	1	2	<b>Evitar:</b> Involucramiento de los interesados en el proceso de desarrollo. <b>Mitigar:</b> Implementación de "demos" más profundos que incluyan una pequeña guía de usuario o Creación de talleres de capacitación durante el Sprint review.	\$900	2	\$180.00	0.40
R2	Estimación imprecisa de tareas. <b>RESPONSABLE:</b> Product Owner / Project Manager	Estimaciones muy optimistas debido a falta de información de las tareas y poca visualización de dependencias.	Se requiriera mas tiempo para completar las tareas lo cual impactará directamente en costos, que podrían suener el	Estimación	2	3	6	<b>Evitar:</b> Revisión constante de estimaciones <b>Mitigar:</b> Realizar refinamiento y estimaciones más estrictas y continuas. Mantener un backlog refinado para al menos dos Sprints. <b>Aceptar:</b> Ajustar fechas de lanzamientos y controlar los costos.	\$7,600	2	\$1,520.00	0.40
R3	Falta de experiencia del proveedor de desarrollo. <b>RESPONSABLE:</b> Project Manager	Miembros del equipo de desarrollo no cuentan con la experiencia, habilidades o conocimiento requerido para realizar tareas asignadas.	Entrega de software de mala calidad. Retrasos en el proyecto, lo cual impacta directamente los costos.	Externo	1	3	3	<b>Evitar:</b> Ejecución de revisiones técnicas dentro del equipo de desarrollo <b>Escalar:</b> Solicitar al proveedor una re-evaluación de desarrolladores <b>Mitigar:</b> Revisión de indicadores de desempeño y cumplimiento de objetivos durante Sprint review	\$6,000	2	\$600.00	0.20
R4	Bajo rendimiento de las pruebas de control de calidad. <b>RESPONSABLE:</b> Equipo de desarrollo	Pruebas insuficientes durante el proceso de desarrollo.	Retraso en el lanzamiento de entregables. Defectos en el sistema.	Técnico	1	1	1	<b>Aceptar:</b> Implementar control de calidad más riguroso y aumentar el umbral del "Test coverage" de las pruebas automatizadas.	\$900	1	\$90.00	0.10
R5	Cambios en los requisitos durante el desarrollo. <b>RESPONSABLE:</b> Product Owner	Solicitud de cambios que corresponden a nuevas características que se encuentran fuera del alcance del proyecto.	Sobrecostos y retrasos en las entregas.	Técnico	2	3	6	<b>Evitar:</b> Implementación de un control de cambios riguroso. <b>Escalar:</b> El patrocinador del proyecto debe redefinir sus prioridades y reajustar el alcance del proyecto. <b>Aceptar:</b> Definir cuales tareas quedan fuera del alcance y re-estimar los costos y tiempo.	\$11,100	3	\$2,220.00	0.60
											<b>\$4,610.00</b>	1.70

### 5.3.8.3 Herramientas de gestión de riesgo

Para la gestión de riesgos se utilizará una plantilla en Excel con la matriz de riesgos mostrada en el punto anterior, donde se podrán incluir riesgos en el momento que se desee y la plantilla automáticamente calculará los valores correspondientes a la evaluación del riesgo.

### 5.3.8.4 Control de riesgos

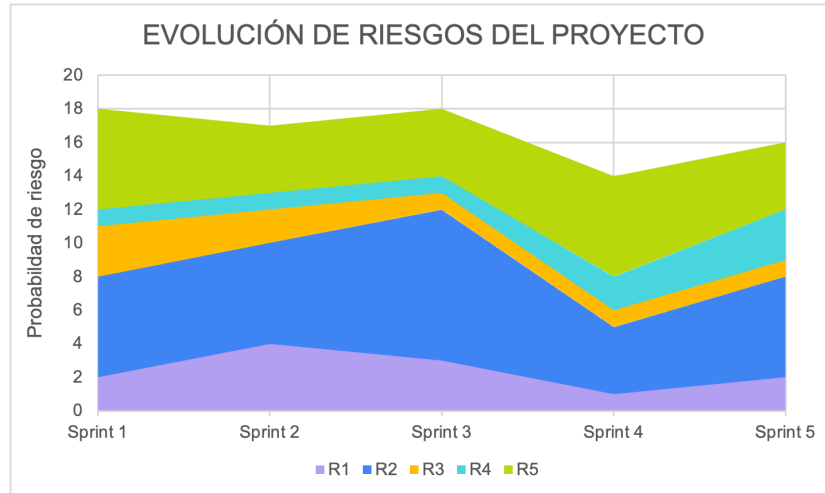
Para el control de riesgos se realizarán revisiones periódicas de los riesgos a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Debido a que los riesgos son durante la etapa de desarrollo se realizará el monitoreo de riesgos durante el *Daily Stand-up Meeting* y el *Sprint Planning*, de esta manera como se menciona en el punto 5.3.5, los riesgos y acciones de contingencia se unificarán y priorizarán en el *product backlog*.

Para el control y la observación del comportamiento de los riesgos se utilizará también la plantilla de Excel mencionada anteriormente, la cual generará un Mapa de calor de los riesgos valorados por *sprint*, y con ello también es posible generar un Gráfico de evolución o comportamiento de los riesgos representando la severidad del riesgo del proyecto acumulativo en el tiempo. A continuación, se presentan un Mapa de Calor en la **Figura 5.17** y en la **Figura 5.18** se presenta el Gráfico de Evolución correspondientes a una simulación de 5 *sprints* para este proyecto.

Figura 5.17 Mapa de calor de riesgos por *sprint*

Código Riesgo	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5
R1	2	4	3	1	2
R2	6	6	9	4	6
R3	3	2	1	1	1
R4	1	1	1	2	3
R5	6	4	4	6	4

**Figura 5.18** Gráfico evolución de riesgos del proyecto



### 5.3.9 Gestión de cambios

Debido a que los enfoques ágiles abrazan el cambio, y en este proyecto el desarrollo se ejecutará de forma ágil es importante entender que los requisitos pueden evolucionar a lo largo del ciclo de vida del proyecto con el objetivo de cumplir las expectativas del cliente, sin embargo, las solicitudes de cambio no deben generar interrupciones en el flujo de trabajo y deben ser gestionadas de manera eficiente para evitar el aumento desmedido del alcance o *scope creep*. Por esta razón es que se debe definir un proceso claro para gestionar los cambios que surjan a lo largo del proyecto. A continuación, en las siguientes secciones se detalla el proceso de solicitud de cambios, la forma de gestión de los cambios aceptados y las herramientas que se utilizarán para este fin.

#### 5.3.9.1 Proceso de solicitud de cambios

Cada vez que un interesado identifique la necesidad de realizar un cambio o ajuste que no está contemplado en ninguna otra historia de usuario debe seguir un proceso para realizar la solicitud de cambio. A continuación, se establece la serie de pasos que se deben seguir cuando esto ocurra:

- **Discusión del cambio:** El *Product Owner* debe discutir el cambio solicitado con el equipo de desarrollo que debe indicar si el cambio es viable y realizable técnicamente hablando, si lo es debe proseguir con el siguiente paso.

- **Ingreso del cambio en Jira:** El *Product Owner* debe documentar la solicitud por medio de una historia de usuario o *issue* en el *product backlog* y debe estar completamente definida, contar con criterios de aceptación y agregar comentarios donde se indique la justificación del cambio. El cambio queda hasta este momento como ultima prioridad del *backlog*.
- **Estimación del equipo:** En el siguiente *Sprint Planning* el equipo en conjunto con el *Product Owner* analizan el cambio, evalúan los riesgos asociados al cambio y estiman el esfuerzo necesario para completarlo.
- **Análisis de impacto:** La *Project Manager* estima el impacto del cambio en términos de alcance, costo, tiempo y calidad y determina si aceptando el cambio no se superan los límites de tolerancia de las variables analizadas. Si aún no se ha superado el umbral, especialmente de costo y tiempo, el cambio obtiene el visto bueno para ser aceptado.
- **Aprobación de cambios:** La *Project Manager* discute con el patrocinador acerca del impacto que tiene el cambio y deciden si lo aprueban.
- **Priorización del cambio:** La *Product Owner* debe priorizar el cambio y ajustar el *product backlog*.
- **Implementación del cambio:** En el siguiente *Sprint Planning* se debe discutir en equipo si el cambio será incluido en el *sprint* que se está planificando. A menos de que el cambio sea para solucionar una falla crítica en el sistema o una prioridad que debe ser atendida de inmediato no se deberá incluir en el *sprint* que se está ejecutando.
- **Aseguramiento de la calidad:** El desarrollador QA debe ajustar el plan de pruebas para incluir las funcionalidades afectadas por el cambio.
- **Actualización de documentación técnica:** Si el cambio afecta funcionalidades que ya estaban dentro de los manuales de usuario generados, se debe actualizar la documentación existente.

Cabe destacar que durante todo el proceso de gestión de cambios no se realiza documentación propiamente, sino que se lleva solamente control de los *Story Points* agregados y se realiza la documentación necesaria en los comentarios en Jira o si se considera pertinente se puede agregar documentación ligera en Confluence.

Por otra parte, para el control de cambios, no se utilizan herramientas propiamente de control, sino que, al aceptar cambios el alcance del proyecto cambia y con ello es posible que el tiempo y el costo también cambien, sin embargo, estos se controlan tal y como se especificaron en las secciones anteriores de control de alcance y costo utilizando la Plantilla de Seguimiento y Control (Apéndice I: Plantilla de Seguimiento y Control)

## **5.4 Cierre del proyecto**

El proyecto se dará por concluido cuando se hayan cumplido los objetivos planteados y se hayan implementado todas las funcionalidades requeridas o bien cuando el presupuesto se acabe con las funcionalidades que se encuentren desarrolladas hasta ese momento.

Durante el proceso de cierre del proyecto deben realizarse las siguientes actividades:

### **5.4.1 Reunión de cierre**

El objetivo de esta reunión es validar que el producto entregado satisface las necesidades del cliente y obtener la información necesaria para llenar la plantilla Informe de Cierre (Apéndice J: Plantilla Informe de cierre). A continuación, se exponen los temas a tratar en esta reunión:

- **Validación de los entregables:** Se debe validar que los entregables han sido completados y que cumplen con los criterios de aceptación definidos.
- **Evaluación de los resultados del proyecto:** Consiste en una comparación de las estimaciones iniciales con las reales en términos de alcance, costo y tiempo.
- **Retroalimentación:** Todos los participantes compartirán su retroalimentación con respecto al trabajo realizado y se confirmará la satisfacción del cliente con el producto entregado.
- **Cierre del contrato:** En este momento las partes firmantes aceptan el producto y firman el contrato de finalización de servicio.
- **Negociación de contrato de soporte y mantenimiento:** Se abrirá un espacio para que el patrocinador, el *Project Manager* y el proveedor de desarrollo negocien un contrato de soporte y mantenimiento por al menos 2 años que permita realizar cambios y modificaciones en el sistema y corrección de errores.

#### **5.4.2 Firma del informe de cierre**

Con la información obtenida durante la reunión de cierre, se completa la plantilla de Informe de cierre (Apéndice J: Plantilla Informe de cierre) y posteriormente se realizará la firma del informe de cierre.

#### **5.4.3 Entrega de documentación, accesos y código fuente**

En cuanto a la entrega de archivos y la transferencia de propiedad del código fuente se establece que el proveedor deberá:

- Entregar de documentación técnica (Manuales de usuario, diseños de UX, etc.), documentación de Confluence y del código fuente comprimido en una carpeta en la nube.
- Transferir la propiedad (*ownership*) de los repositorios, base de datos y servidores, dando acceso a un usuario que el cliente definirá.

## Capítulo 6 Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la realización del presente Trabajo Final de Graduación:

### 6.1 Conclusiones

Se determinó que la empresa *Got Trash Dumpster Rental* realiza proyectos operativos gestionándolos sin ningún tipo de planificación, lo cual causa importantes sobrecostos al final de cada proyecto. Además, tampoco existen procesos, metodologías estandarizadas, documentación general o de lecciones aprendidas y no existen criterios para medir el éxito de los proyectos.

Tras llevar a cabo la caracterización del proyecto y el levantamiento de requisitos, se define el alcance y las funcionalidades solicitadas por el patrocinador, lo que permite establecer desde el inicio del proceso de planificación un plan de gestión sólido, favoreciendo la realización de las estimaciones necesarias para establecer procesos de control y seguimiento claros.

Al inicio de este proyecto el patrocinador tenía una visión clara del alcance del proyecto y priorizó las funcionalidades esenciales para resolver los problemas que consideraba que eran urgentes, dejando funcionalidades adicionales para una segunda fase del proyecto. Esto fue positivo para gestionar las expectativas del cliente y delimitar el alcance del proyecto. Además, la correcta priorización de funcionalidades permitió una planificación detallada de los entregables que aportarán valor desde etapas tempranas del desarrollo.

Los resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos como los filtros de idoneidad y el juicio de experto estaban alineados con la necesidad del patrocinador de una herramienta adaptable y con posibilidad de retroalimentación continua, lo cual fue muy favorable para determinar que el mejor enfoque del ciclo de vida del proyecto era híbrido.

Se propone el desarrollo del proyecto mediante un ciclo de vida híbrido, el cual es una adaptación de elementos ágiles y predictivos, que consta de 3 fases que integran los procesos y buenas prácticas de gestión aplicables al proyecto.

Como resultado de la investigación sobre marcos de trabajo, se identificaron las buenas prácticas, procesos, herramientas, artefactos y técnicas de gestión que son aplicables al proyecto y que se considera que contribuirán a su éxito. No obstante, no se adopta un marco de referencia específico, sino que se integran elementos de diferentes marcos, ya que se considera que esta

combinación es la más adecuada, dadas las particularidades tanto del proyecto como de la empresa.

Se propone un plan de gestión compuesto por 8 planes subsidiarios, donde se detallan aspectos como la planificación, herramientas y la estrategia de control para cada una de las áreas propuestas.

Con respecto al costo que es la mayor restricción del proyecto, se ha asignado un presupuesto fijo de \$80,000, no obstante, según las estimaciones realizadas se provee que el costo es de aproximadamente \$76,000, siempre que no existan cambios de alcance significativos y la reserva sea suficiente para cubrir los riesgos emergentes. De este modo, se puede decir que existe una holgura de \$4,000 en el presupuesto, la cual podría utilizarse para enfrentar cualquier desviación de costo asegurando que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto asignado.

El impacto de la implementación de este proyecto será de gran beneficio para la empresa ya que mejorará su eficiencia operativa, reducirá los costos, aumentará la satisfacción del cliente y permitirá un mejor control de los activos (camiones y contenedores).

## **6.2 Recomendaciones**

A continuación, se realizan las recomendaciones que se consideran relevantes para este proyecto:

Se recomienda al patrocinador de este proyecto negociar un acuerdo de nivel de servicio (SLA) con el proveedor contratado, con una duración mínima de 2 años, para garantizar el mantenimiento y soporte continuo de la aplicación que se desarrollará.

Se recomienda al patrocinador valorar la implementación de una segunda fase del proyecto que incluya un módulo de procesos operativos para el área de mecánica e inspección, la funcionalidad de asignación inteligente de tareas para choferes y el módulo de autogestión para clientes; los cuales quedaron fuera del alcance de este proyecto.

Para minimizar la resistencia al cambio durante la implementación del nuevo sistema, se recomienda a la organización involucrar a los usuarios desde el inicio del proyecto, destacar las ventajas de la nueva implementación y reconocer su esfuerzo durante la transición. Es fundamental escuchar sus necesidades continuamente y considerar su retroalimentación para realizar los ajustes necesarios en el sistema. Además, se sugiere fomentar la participación en las

reuniones de demostración del sistema al final de cada entregable y hacer obligatoria la asistencia a las sesiones de capacitación finales.

Se recomienda al patrocinador y los interesados realizar una revisión post-implementación para evaluar el éxito del proyecto, identificar áreas de mejora y posibles errores en el sistema. Dicha revisión debería incluir la retroalimentación de los interesados y un análisis de los resultados en comparación con los objetivos iniciales.

Aunque la organización tiene un enfoque principalmente operativo y no se especializa en el desarrollo de proyectos, es recomendable adoptar buenas prácticas de gestión para la implementación de futuros proyectos, como lo son:

- Documentación de lecciones aprendidas, uso de medios de comunicación formales y escritos, así como la planificación de costos, tiempo y alcance.
- También es esencial realizar la evaluación de posibles riesgos, desarrollar estrategias de mitigación y establecer una reserva de riesgos antes de iniciar un proyecto, con el fin de que los proyectos no se salgan del presupuesto asignado debido a riesgos materializados.
- Además, es fundamental implementar un control adecuado (aunque sea básico) de los gastos para asegurar el cumplimiento del presupuesto en los proyectos operativos.

Y finalmente se recomienda que la empresa realice un esfuerzo en cuanto a sostenibilidad y mejora continua de las buenas prácticas en la gestión de proyectos que han sido recomendadas, aunque la mayoría de sus proyectos son operativos, se recomienda valorar la implementación de procesos, realizar revisiones periódicas de buenas prácticas implementadas y en caso de ser necesario la actualización de estas.

## Capítulo 7 Referencias bibliográficas

- Agile Alliance. (2024a). A Short History of Agile. *AGILE RESOURCES*.  
<https://www.agilealliance.org/a-short-history-of-agile/>
- Agile Alliance. (2024b). *Agile Glossary*. Agile Alliance.  
<https://www.agilealliance.org/agile101/agile-glossary/>
- Agile Alliance. (2024c). What is Agile? *AGILE ESSENTIALS: AGILE 101*.  
<https://www.agilealliance.org/agile101/>
- Anderson, D., & Carmichael, A. (2016). *Essential Kanban Condensed*.  
<https://www.thescrummaster.co.uk/wp-content/uploads/2019/09/Essential-Kanban-Condensed-v1.0.0.pdf>
- Berkun, S. (2005). *The Art of Project Management*. O'Reilly.
- Chacon, S., & Straub, B. (2024). *Pro Git—Everything you need to know about git* (Segunda). Apress. <https://git-scm.com/book/en/v2>
- GitLab. (2024). *¿Qué es la CI/CD?* <https://about.gitlab.com/es/topics/ci-cd/>
- Graham, D., & Fewster, M. (2012). *Experiences of Test Automation—Case Studies of Software Test Automation*. Addison-Wesley.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). Mc Graw Hill.
- IPMA, KPMH, & AIPM. (2019). *Project Management Survey Report: The Future of Project Management Global Outlook 2019*. <https://www.ipma.world/assets/PM-Survey-FullReport-2019-FINAL.pdf>
- ISO. (2017). *ISO 10006: Gestión de la calidad—Directrices para la gestión de la calidad en proyectos*. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:10006:ed-3:v1:es>
- Laoyan, S. (2024). *¿Qué es la metodología waterfall y cuándo utilizarla*.  
<https://asana.com/es/resources/waterfall-project-management-methodology>
- Mitre Hernández, H., Martínez Ortega, E., & Lemus Olalde, C. (n.d.). Estimación y control de costos en métodos ágiles para desarrollo de software: Un caso de estudio. 2014.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774314703506>
- Nieto Rodríguez, A. (2023). *Harvard Business Review—Manual de gestión de proyectos: Cómo iniciar, dirigir y supervisar proyectos con éxito* (Primera). Profit Editorial.

[https://books.google.com/books?id=mRC3EAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gs\\_bse\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/books?id=mRC3EAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gs_bse_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

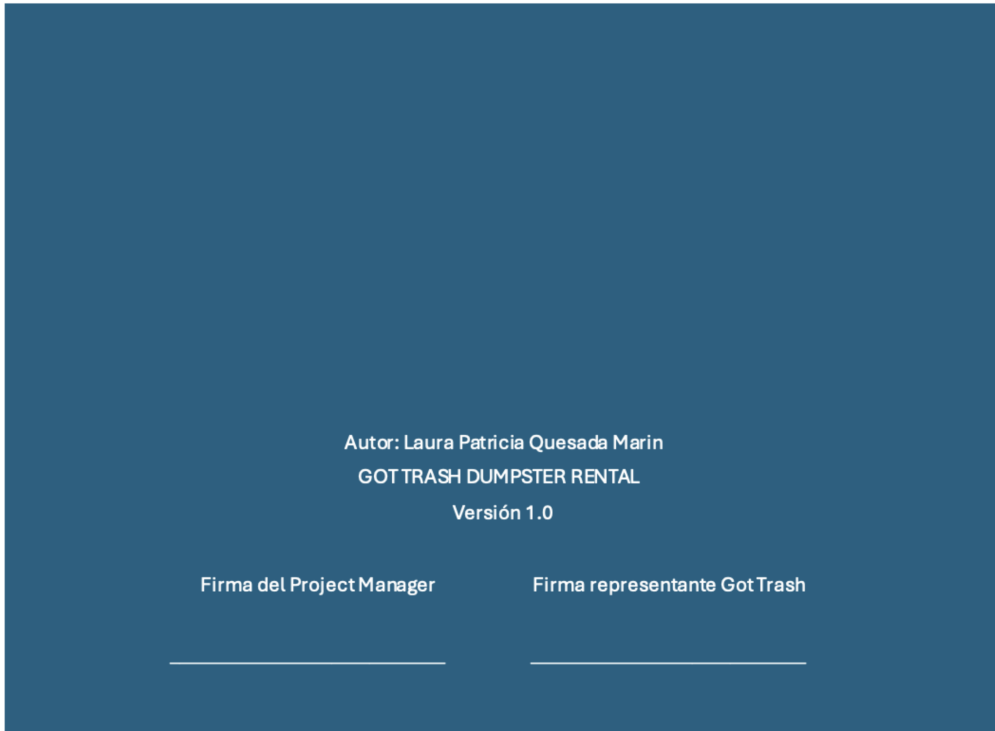
- Novo, L. (2023). *Gestión de Proyectos y modelos ágiles de desarrollo de software*.
- PMI. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) 6ta Edición* (Sexta). Project Management Institute, Inc.
- PMI. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) 7ma Edición* (Sétima). Project Management Institute, Inc.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (Novena). Mc Graw Hill.
- ScrumStudy. (2022). *Guía del SBOK - Guía de los fundamentos de Scrum* (4th ed.).
- Serpell Bley, A., & Alarcón Cárdenas, L. F. (2019). *Planificación y control de proyectos*. Alpha Editorial.
- Sokolova, V. (2021, July 29). All About Scope Creep: Causes, Consequences, and Tips on Preventing It. *Epicflow*. <https://www.epicflow.com/blog/all-about-scope-creep-causes-consequences-and-tips-on-preventing-it/>
- Sulaiman, T., Barton, B., & Blackburn, T. (n.d.). *AgileEVM – Earned Value Management in Scrum Projects*. Project Management Institute. [https://www.projectmanagement.com/content/attachments/itstratpm\\_080812105311.pdf](https://www.projectmanagement.com/content/attachments/itstratpm_080812105311.pdf)

## Capítulo 8 Apéndices

### 8.1 Apéndice A: Acta de constitución - *Project Charter*



Acta de constitución del proyecto: Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental



## Tabla de contenidos

<i>Tabla de contenidos</i> .....	1
<i>Nombre del proyecto</i> .....	2
<i>Justificación del proyecto</i> .....	2
<i>Objetivos</i> .....	2
<i>Descripción del sistema</i> .....	2
<i>Alcance</i> .....	4
<i>Interesados clave</i> .....	5
<i>Presupuesto</i> .....	5
<i>Restricciones</i> .....	5
<i>Suposiciones</i> .....	6
<i>Plazos</i> .....	6
<i>Riesgos de alto nivel</i> .....	6
<i>Criterios de aceptación</i> .....	6
<i>Equipo</i> .....	7

|

## Nombre del proyecto

Desarrollo de sistema logístico y de rastreo de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental.

## Justificación del proyecto

Este proyecto tiene como propósito desarrollar e implementar un sistema de software que permita optimizar la logística diaria de la empresa, reducir los costos operativos en un 70% y mejorar la eficiencia de las operaciones.

## Objetivos

- Reducir los costos operativos en un 60% en el primer año después de la implementación total del sistema.
- Entregar un MVP (producto mínimo viable) en un plazo de 4 meses que cubra las funcionalidades necesarias para la gestión de contenedores y asignación de tareas.
- Implementar mejoras continuas con ciclos de entrega cada 2 semanas (sprints) ajustando el sistema según el feedback y necesidades emergentes del cliente.

## Descripción del sistema

El sistema consiste en una aplicación web que sea compatible con distintos dispositivos (responsiva) y con una interfaz amigable con el usuario que permita su uso para personas con distintos niveles de experiencia en el uso de aplicaciones. La aplicación será completamente basada en la web, con los datos almacenados en la nube, lo que permitirá el acceso desde cualquier ubicación, facilitando su uso por parte de los conductores y garantizando el respaldo seguro de la información. Las principales funcionalidades serán:

- **Gestión de contenedores y camiones:** Permite ingresar, modificar y eliminar contenedores y camiones del sistema. Visualiza la lista completa de contenedores y camiones y su respectivo estado.

- **Gestión de usuarios y roles:** Permite ingresar, modificar y eliminar los usuarios del sistema y la asignación de roles. También permite configurar cuales pantallas son visibles para cada rol.
- **Gestión de pedidos:** Ingreso de nuevos pedidos, asignación de contenedores a la solicitud, liberación de contenedores cuando regresan al plantel.
- **Rastreo de camiones y contenedores en tiempo real:** Mapa interactivo que permite visualizar la ubicación en tiempo real de contenedores y camiones, utilizando la ubicación de los dispositivos GPS que se utilizan actualmente.
- **Dashboard para choferes:** Contiene las funciones de visualizar las tareas (asignadas, completadas, pendientes), marcar como entregados los contenedores de manera manual, ingreso de facturas (gasolina y vertederos), ingreso de millaje, notificaciones de próximas tareas y tareas asignadas.
- **Asignación de tareas a choferes:** Carga las tareas del día o pendientes (de días anteriores) y permite asignarlas a los choferes.
- **Trazado de rutas óptimas para recolección y entrega:** Una vez que las tareas son asignadas a los choferes, en el dashboard de cada chofer se mostrará el orden óptimo en que deben realizar sus tareas. Cuando el chofer inicia su recorrido la aplicación traza la ruta que debe seguir en Google Maps.
- **Control de entregas y recolecciones:** Muestra la lista de contenedores que deben ser entregados o recolectados en fechas o periodos de tiempo determinados.
- **Consulta de inventario actual y para fechas específicas:** Muestra la lista de contenedores disponibles y no disponibles para fechas específicas
- **Facturación de clientes:** Genera las facturas de los clientes y las envía por correo electrónico de manera automática o manual, también permite su descarga. Debe almacenar todas las facturas emitidas.
- **Cálculo de millaje de camiones y estimado de gastos de gasolina:** Calcula de manera automática el millaje recorrido por los camiones de manera que los perfiles administrativos pueden consultar el millaje aproximado que ha recorrido el camión.

Además, calcula el estimado de gasto de gasolina basado en los datos del millaje recorrido y el precio actual de la gasolina.

- **Cálculo de gastos diarios:** Calcula el monto de los gastos de gasolina y de vertederos diarios.
- **Cálculo de pago a choferes:** Basado en la información de las facturas ingresadas por conceptos de gasolina y vertederos, millaje y horas laboradas, se realiza el cálculo del pago diario de los choferes.
- **Firma de contrato al entregar el contenedor:** Permite a los choferes mostrar el contrato para que el cliente lo lea y lo firme al entregar el contenedor solicitado.
- **Reportes operativos y financieros:** Reportes de uso de camiones, contenedores, horas laboradas, gastos operativos (gasolina, pago a vertederos, pago a choferes), reporte de millaje de camiones, reporte de contenedores alquilados en el mes.
- **Panel de control:** Permite realizar configuraciones necesarias para el funcionamiento del sistema.

## Alcance

### Incluido:

- Diseño y desarrollo de aplicación web responsiva con todas las funcionalidades descritas en el punto anterior.
- Integración con dispositivos de rastreo y Google Maps.
- Pruebas de usabilidad y funcionalidad.
- Capacitación para usuarios finales.

### No incluido:

- Adquisición de hardware.
- Integración con otros sistemas.
- Funcionalidades de procesos operativos que corresponden al área de mecánica e inspección.
- Asignación inteligente de tareas.
- Módulo para clientes.

- Selección de proveedor de desarrollo.
- Soporte posterior a la implementación del sistema.

## Interesados clave

<b>Interesado</b>	<b>Rol/Responsabilidad</b>
Patrocinador	Patrocinador del proyecto, también será usuario final.
Project Manager / Product Owner	Coordina y controla el avance del proyecto. Define y gestiona requerimientos.
Scrum master	Encargado de coordinar el equipo de desarrollo y eliminar impedimentos
Equipo de desarrollo	Desarrolla las actividades que permitan cumplir con los entregables establecidos en tiempo y forma.
Personal administrativo y operativo	Usuarios final del sistema y encargados de realizar pruebas de usuario.
Empresa proveedora de desarrolladores	Provee desarrolladores que cumplan con el perfil solicitado.
Empresa proveedora de <i>hosting</i>	Provee el hospedaje de la aplicación y la base de datos.
Entidad bancaria	Aporta el capital necesario para el desarrollo del proyecto.

## Presupuesto

El presupuesto total asignado es de \$80,000, financiado a través de un préstamo específico para este proyecto tecnológico.

## Restricciones

El proyecto debe cumplir estrictamente con el presupuesto asignado.

- Selección de proveedor de desarrollo.
- Soporte posterior a la implementación del sistema.

## Interesados clave

<b>Interesado</b>	<b>Rol/Responsabilidad</b>
Patrocinador	Patrocinador del proyecto, también será usuario final.
Project Manager / Product Owner	Coordina y controla el avance del proyecto. Define y gestiona requerimientos.
Scrum master	Encargado de coordinar el equipo de desarrollo y eliminar impedimentos
Equipo de desarrollo	Desarrolla las actividades que permitan cumplir con los entregables establecidos en tiempo y forma.
Personal administrativo y operativo	Usuarios final del sistema y encargados de realizar pruebas de usuario.
Empresa proveedora de desarrolladores	Provee desarrolladores que cumplan con el perfil solicitado.
Empresa proveedora de <i>hosting</i>	Provee el hospedaje de la aplicación y la base de datos.
Entidad bancaria	Aporta el capital necesario para el desarrollo del proyecto.

## Presupuesto

El presupuesto total asignado es de \$80,000, financiado a través de un préstamo específico para este proyecto tecnológico.

## Restricciones

El proyecto debe cumplir estrictamente con el presupuesto asignado.

## Suposiciones

- El equipo operativo recibirá la capacitación adecuada.
- El personal operativo estará disponible para capacitación.
- Los interesados estarán disponibles para revisiones frecuentes del backlog y participación en los sprints.
- El equipo de desarrollo estará disponible y tendrá acceso a las herramientas necesarias.
- El proveedor de desarrolladores ya ha sido seleccionado previamente y aportará un equipo que ya se encuentra estructurado y tiene experiencia trabajando en proyectos de este tipo.

## Plazos

- **Entrega de incrementos:** Desarrollo en sprints de dos semanas.
- **Entrega del MVP (producto mínimo viable):** 4 meses de haber iniciado el desarrollo.
- **Fecha de inicio estimada:** 3 de febrero 2025.

## Riesgos de alto nivel

- Resistencia al cambio por parte de los usuarios.
- Estimación imprecisa de tareas.
- Falta de experiencia del proveedor de desarrollo.
- Bajo rendimiento de las pruebas de control de calidad.
- Cambios en los requisitos durante el desarrollo.

## Criterios de aceptación

- Software estable y de alta calidad en cada entregable (debe pasar pruebas de calidad y no tener errores)
- Entrega continua de funcionalidades en cada sprint, asegurando retroalimentación rápida.

- Cumplimiento del presupuesto asignado.
- Satisfacción del usuario y cumplimiento de requisitos.

## Equipo

- 1 diseñador de interfaz
- 2 programadores Front-End
- 1 programador Back-End
- 1 ingeniero de Control de Calidad
- 1 Scrum Master.
- 1 Product Owner / Project Manager

## 8.2 Apéndice B: Documento de definición de requisitos



DOCUMENTO DE DEFINICIÓN DE REQUISITOS



**Laura Patricia Quesada Marin**

Versión 1.0

**Aprobaciones:**

Firma del Project Manager/Fecha	Firma representante Got Trash/Fecha
-----	-----

## 1. Tabla de contenidos

1.	<i>Tabla de contenidos</i> .....	2
2.	<i>Introducción</i> .....	3
3.	<i>Propósito del documento</i> .....	3
4.	<i>Objetivos</i> .....	3
5.	<i>Descripción general</i> .....	3
6.	<i>Suposiciones</i> .....	4
7.	<i>Restricciones</i> .....	4
8.	<i>Requisitos</i> .....	5
8.1	<i>Requisitos funcionales</i> .....	5
8.2	<i>Requisitos no funcionales</i> .....	7
8.3	<i>Requisitos de interfaces</i> .....	8
9.	<i>Criterios de aceptación</i> .....	9

## 2. Introducción

El presente documento de definición de requisitos para el proyecto “Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental” proporciona una visión clara y completa del sistema, plasmando las necesidades del cliente en forma de requisitos.

## 3. Propósito del documento

El presente documento tiene como propósito definir los requisitos funcionales y no funcionales para el “Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental”. Este documento sirve como referencia para el equipo de desarrollo y los interesados, facilitando la comprensión de las características y funcionalidades esperadas del sistema. Este documento en conjunto con el Project Charter son las referencias que sirven como guía al iniciar el proyecto.

## 4. Objetivos

- Reducir los costos operativos en un 60% en el primer año después de la implementación total del sistema.
- Entregar un MVP (producto mínimo viable) en un plazo de 4 meses que cubra las funcionalidades necesarias para la gestión de contenedores y asignación de tareas.
- Implementar mejoras continuas con ciclos de entrega cada 2 semanas (sprints) ajustando el sistema según el feedback y necesidades emergentes del cliente.

## 5. Descripción general

El sistema será una aplicación web responsiva totalmente alojada en la nube, que debe ser accesible desde múltiples dispositivos, y además con una interfaz amigable para los usuarios. El sistema deberá estar diseñado como tarjetas organizadas dentro de Dashboards, y deberá contar con los dos módulos: Administrativo y de Choferes. Además,

deberá tener un panel de control básico para la configuración del sistema y las funcionalidades básicas para gestionar el acceso a la aplicación mediante usuarios y roles.

## 6. Suposiciones

- El proveedor de desarrolladores ya ha sido seleccionado previamente y aportará un equipo que ya se encuentra estructurado y tiene experiencia trabajando en proyectos de este tipo.
- La empresa Got Trash aportará los elementos de hardware necesarios para que el personal utilice el sistema.
- Los contenedores y camiones ya cuentan con un dispositivo de monitoreo GPS que cuenta con un API que provee los datos necesarios.
- Los interesados estarán disponibles para revisiones de backlog y pruebas en sprints.

## 7. Restricciones

- **Regulatorias:** Debe cumplir con las regulaciones de protección de datos de los clientes y usuarios.
- **Tecnológicas:** El sistema debe desarrollarse como una aplicación web basada en la nube.

## 8. Equipo

- El equipo asignado por el proveedor incluye: 1 Diseñador de interfaz, 2 Programadores Front-End, 1 Programador Back-End, 1 Ingeniero de Control de Calidad, 1 Scrum Master.
- El scrum master solo trabajará 18 horas mensuales en el proyecto.
- El rol del Product Owner lo asumirá la Project Manager.
- El Velocity del equipo de desarrollo es de **55 story points** por sprint de 2 semanas.

## 9. Requisitos

A continuación, se detallan los requisitos funcionales, no funcionales y de interface del sistema.

### 9.1 Requisitos funcionales

A continuación, se presenta la lista de requisitos funcionales o características que debe tener el sistema para cumplir con las expectativas del cliente agrupados por proceso:

Iniciativa	ID	Requerimiento	Descripción
<b>Gestión de contenedores y camiones</b>	RF-1	Mantenimiento de contenedores y camiones	El sistema debe permitir ingresar, modificar y eliminar registros de contenedores y camiones.
	RF-2	Listado de contenedores y camiones	El sistema debe mostrar una lista completa de contenedores y camiones junto con su estado (disponible, en uso, en mantenimiento).
<b>Gestión de usuarios y roles</b>	RF-3	Mantenimiento de usuarios	El sistema debe permitir la creación, modificación y eliminación de usuarios.
	RF-4	Asignación de permisos y roles	El sistema debe permitir la asignación de roles (administrativo, operativo) y definir permisos de acceso específicos para cada rol.
	RF-5	Inicio de sesión	El sistema debe contar con una pantalla de inicio de sesión de usuarios.
	RF-6	Perfil de usuario	El sistema debe contar con una opción donde el usuario pueda cambiar su contraseña y personalizar notificaciones.
<b>Gestión de pedidos</b>	RF-7	Mantenimiento de pedidos	El sistema debe permitir la creación, modificación, cancelación de pedidos y asignación de contenedores a cada pedido debe realizarse automáticamente.
	RF-8	Cambio de estado	El sistema debe cambiar automáticamente los estados de los contenedores: Al ingresar un pedido "Ingresado", el día de la entrega "Por entregar", cuando el chofer reporta la entrega "Entregado", el día de la recolección "Por entregar", cuando el chofer lo reporta la recolección "Recolectado", cuando el chofer lleva el contenedor al plantel "Completado" y si

Iniciativa	ID	Requerimiento	Descripción
			no ha cambiado de estado a "Entregado" en la fecha de entrega se debe cambiar a "Expirado".
	RF-10	Histórico de pedidos	El sistema debe guardar un histórico de pedidos
<b>Proceso operativos</b>	RF-11	Visualización de tareas	El dashboard debe mostrar las tareas asignadas, completadas y pendientes de cada chofer.
	RF-12	Marcar tarea como finalizada	El sistema debe permitir a los choferes marcar manualmente los contenedores como entregados o recolectados.
	RF-13	Trazado de ruta óptima	El dashboard debe mostrar la ruta óptima para realizar las tareas en el orden asignado
	RF-14	Ingreso de facturas	El sistema debe permitir el ingreso de facturas mediante fotografías/imágenes.
	RF-15	Ingreso de millaje	Al iniciar el día, el sistema debe permitir a los choferes ingresar el millaje y al volver al plantel debe ingresar el millaje de finalización.
	RF-16	Notificación de asignación de tareas	El sistema debe emitir notificaciones a los choferes cuando las tareas son asignadas o cambian de estado (canceladas).
<b>Procesos administrativos administrativo</b>	RF-17	Asignación de tareas	El sistema carga las tareas del día o pendientes (de días anteriores) y permite asignarlas a los choferes.
	RF-18	Visualización de contenedores en mapa	El sistema debe mostrar un mapa interactivo para visualizar la ubicación en tiempo real de camiones y contenedores utilizando dispositivos GPS
	RF-19	Actualización de ubicación en tiempo real	El sistema debe actualizar la ubicación en intervalos de tiempo de 10 segundos para asegurar precisión en el rastreo
	RF-20	Consulta de entregas y recolecciones	El sistema debe listar los contenedores que deben ser entregados o recolectados en fechas específicas
	RF-21	Consulta de pedidos/ Visualización de calendario	El sistema debe mostrar un calendario de pedidos.
	RF-22	Consulta de Inventario	El sistema debe permitir la consulta de contenedores disponibles y no disponibles en fechas específicas.

Iniciativa	ID	Requerimiento	Descripción
Facturación y contratos	RF-23	Consulta de contratos	El sistema debe permitir la consulta de contratos firmados.
	RF-24	Facturación a clientes	El sistema debe generar facturas para los clientes y permitir su envío automático o manual.
	RF-25	Consulta de facturación de clientes	El sistema debe almacenar todas las facturas emitidas y permitir su consulta y descarga.
	RF-26	Firma de contrato	El sistema debe permitir que el cliente firme un contrato digital al recibir un contenedor, y permitir su consulta y descarga.
Cálculos diarios	RF-27	Cálculo de millaje y Gastos	El sistema debe calcular el millaje recorrido por cada camión.
	RF-28	Cálculo de costo de combustible	El sistema debe calcular el costo estimado de combustible en función del millaje y el precio de combustible actual.
	RF-29	Pago a choferes	El sistema debe calcular el pago diario de los choferes en función del millaje, horas trabajadas y facturas de gastos.
Reportes	RF-30	Reportes operativos y administrativos	El sistema debe generar reportes de uso de contenedores, horas laboradas, gastos operativos (combustible y vertederos, pago de choferes), millaje recorrido y pedidos completados, tasa de expiración de tareas.
Panel de Control	RF-31	Panel de control	El sistema debe incluir un panel de control para configuraciones de sistema que incluyan actualización de precio de combustible, horarios de trabajo, ect.

## 9.2 Requisitos no funcionales

A continuación, una lista de los requerimientos no funcionales que debe tener el sistema:

Aspecto	ID	Requerimiento	Descripción
Rendimiento	RNF-1	Carga de usuarios	El sistema debe soportar hasta 100 usuarios simultáneamente.
	RNF-2	Tiempo de carga	El tiempo de carga de cada página no debe exceder los 3 segundos.

Aspecto	ID	Requerimiento	Descripción
Seguridad	RNF-3	Interfaz intuitiva	La interfaz debe ser intuitiva y amigable para usuarios con distintos niveles de habilidad tecnológica.
	RNF-4	Autenticación y autorización	El sistema debe contar con autenticación y autorización para proteger la información sensible.
	RNF-5	Backup de datos	El sistema debe contar con algún mecanismo que permita realizar respaldos periódicos de información de forma automática (backup de base de datos).
Disponibilidad	RNF-6	Trazabilidad de datos	El sistema guardara un registro de cambios en los registros de base de datos para poder tener trazabilidad en el cambio de datos.
	RNF-7	Disponibilidad del sistema	El sistema debe tener una disponibilidad total durante el horario de operación, cualquier baja en el sistema debe ser notificada con antelación.
Escalabilidad	RNF-8	Escalabilidad	El sistema debe ser escalable para manejar un aumento en la cantidad de usuarios, contenedores o camiones.

### 9.3 Requisitos de interfaces

A continuación, se enlistan los requisitos de interfaces:

ID	Requerimiento	Descripción
IU-1	Interfaces de Usuario	La aplicación debe ser responsiva para que funcione en dispositivos móviles, tabletas y computadoras de escritorio.
IH-1	Interfaces de Hardware	El sistema debe ser compatible con los dispositivos GPS actuales para rastrear contenedores y camiones.

ID	Requerimiento	Descripción
IS-1	Interfaces de Software	El sistema debe integrarse con la herramienta Google Maps para trazar rutas y mostrar la ubicación de los camiones y contenedores.

## 10. Criterios de aceptación

- Cada funcionalidad debe cumplir con los criterios de aceptación definidos y debe pasar exitosamente las pruebas de usuario.
- El sistema será sometido a pruebas de validación de cada funcionalidad durante los sprints para asegurar que cumpla con los requisitos.

### 8.3 Apéndice C: *Product backlog* priorizado

Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental		Story points	Sprint	Recurso asignado
2.1.	Definición de lenguaje de diseño	13	Sprint 1	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.2.	Creación de componentes (UX) reutilizables	8	Sprint 1	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.5.	Gestión de contenedores/camiones (UX)	5	Sprint 1	Desarrollador Interfaz (UX) senior
1.1.	Adquisición del dominio e instalación de servicios	3	Sprint 1	Desarrollador Back-End Senior
1.2.	Creación del diagrama de base de datos e instalación de base de datos	5	Sprint 1	Desarrollador Back-End Senior
1.3.	Configuración de servidor de desarrollo	1	Sprint 1	Desarrollador Back-End Senior
1.4.	Configuración de servidor de QA	1	Sprint 1	Ingeniero Control de Calidad
1.5.	Configuración de servidor de producción	1	Sprint 1	Desarrollador Back-End Senior
1.6.	Creación de repositorios de código	3	Sprint 1	Desarrollador Front-End Senior
1.7.	Configuración de flujos de CI/CD	5	Sprint 1	Ingeniero Control de Calidad
3.1.	Mostrar el listado de contenedores con su respectivo estado: disponible (en plantel), no disponible (en uso), en mantenimiento.	2	Sprint 1	Desarrollador Front-End Intermedio
3.8.	Desarrollo de API de contenedores (Back-End)	8	Sprint 1	Desarrollador Back-End Senior
2.7.	Gestión de pedidos (UX)	13	Sprint 2	Desarrollador Interfaz (UX) senior
3.2.	Permitir visualizar todos las propiedades de un contenedor al darle clic en la lista.	1	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
3.3.	Agregar contenedores incluyendo propiedades: código, nickname, precio ( <i>flat rate</i> ), color, marca, tipo (tráiler, regular), capacidad, tipo de acople.	2	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio
3.4.	Modificar contenedores permitiendo cambiar las propiedades: estado, nickname, color, marca, tipo, capacidad, tipo de acople. Si se cambia de estado a “En mantenimiento”, el sistema revisará si ese contenedor estaba asignado a algún pedido, y en caso de lo esté deberá asignar uno nuevo y si existen conflictos el	3	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
	sistema enviará una notificación a los usuarios administrativos.			
3.5.	Eliminar contenedores de la lista mostrada	1	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio
3.6.	Permitir la selección de múltiples contenedores para su eliminación.	1	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
3.7.	Permitir de búsqueda avanzada de contenedores (por estado, capacidad, tipo, nickname).	3	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
4.8.	Desarrollo de API de camiones (Back-End).	3	Sprint 2	Desarrollador Back-End Senior
3.9.	Pruebas funcionales de QA (contenedores)	3	Sprint 2	Ingeniero Control de Calidad
4.1.	Mostrar el listado de camiones con su respectivo estado (disponible, en mantenimiento)	2	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio
4.2.	Permitir visualizar todos las propiedades de un camión al darle clic en la lista.	1	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio
4.3.	Agregar camiones incluyendo propiedades: código, nickname, color, marca, modelo, año.	2	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio
4.4.	Modificar contenedores permitiendo cambiar las propiedades: estado, nickname, color, marca, modelo, tipo, capacidad, tipo de acople.	1	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
4.5.	Eliminar camiones de la lista mostrada	1	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
4.6.	Permitir la selección de múltiples camiones para su eliminación.	1	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
4.7.	Permitir de búsqueda avanzada de camiones (por modelo, marca, año, color, nickname)	2	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
4.9.	Pruebas funcionales de QA (camiones)	3	Sprint 2	Ingeniero Control de Calidad
8.1.	Mostrar el listado de pedidos vigentes donde se muestre el nombre del cliente, la dirección, fecha de entrega, fecha de recolección y el contenedor asignado.	2	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
8.2.	Permitir 2 tipos de visualización para pedido: Lista o columnas de estado (Ingresado, Por entregar, Entregado, Por recolectar, Recolectado, Completado).	3	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
8.3.	La visualización en forma de lista debe permitir el filtrado de pedidos por: fecha de entrega, fecha de recolección, tipo de contenedor.	3	Sprint 2	Desarrollador Front-End Senior
8.4.	Agregar nuevos pedidos que incluyan las propiedades: código, nombre del cliente, teléfono, correo electrónico, forma de pago, fecha entrega, fecha de recolección, dirección, tipo de contenedor, tipo de desecho, lugar de colocación (ejemplo: patio, acera, garaje) y observaciones.	2	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio
8.5.	Al agregar/modificar un pedido se debe calcular automáticamente el precio total del alquiler y mostrarlo en una pantalla de confirmación.	2	Sprint 2	Desarrollador Front-End Intermedio
2.6.	Gestión de usuarios/roles (UX)	8	Sprint 3	Desarrollador Interfaz (UX) senior
8.14.	Desarrollo de API de pedidos.	8	Sprint 3	Desarrollador Back-End Senior
3.10.	Automatización de pruebas de QA. (contenedores)	2	Sprint 3	Ingeniero Control de Calidad
4.10.	Automatización de pruebas de QA (camiones)	2	Sprint 3	Ingeniero Control de Calidad
5.1.	Mostrar el listado de usuarios y su estado actual (activos en una sección, inactivos en otra sección)	2	Sprint 3	Desarrollador Front-End Intermedio
5.2.	Permitir selección múltiple de usuarios para activarlos y desactivarlos.	1	Sprint 3	Desarrollador Front-End Intermedio
5.3.	Permitir visualizar todas las propiedades de un usuario al darle clic en la lista.	1	Sprint 3	Desarrollador Front-End Intermedio
5.5.	Modificar usuarios, permitiendo modificar las propiedades: estado y rol.	1	Sprint 3	Desarrollador Front-End Senior
5.9.	Desarrollo de API de gestión de usuarios (Back-End)	2	Sprint 3	Desarrollador Back-End Senior
8.10.	Los pedidos no pueden ser eliminados, pero pueden	2	Sprint 3	Desarrollador Front-End Intermedio

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
	pasar a estado “Cancelado” y el usuario debe ingresar una justificación para la cancelación.			
8.11.	El sistema debe guardar un histórico de pedidos.	1	Sprint 3	Desarrollador Front-End Intermedio
8.12.	Permitir realizar búsqueda de pedidos por todos las propiedades y por rangos de fechas.	5	Sprint 3	
8.13.	El sistema debe cambiar automáticamente los estados del pedido: Al ingresar un pedido “Ingresado”, el día de la entrega “Por entregar”, cuando el chofer reporta la entrega “Entregado”, el día de la recolección “Por entregar”, cuando el chofer lo reporta la recolección “Recolectado”, cuando el chofer lleva el contenedor al plantel “Completado” y si no ha cambiado de estado a “Entregado” en la fecha de entrega se debe cambiar a “Expirado”.	3	Sprint 3	Desarrollador Front-End Intermedio
8.6.	Al agregar el pedido el sistema automáticamente debe generar un contrato con los detalles del pedido y debe ser guardado para su posterior firma.	3	Sprint 3	Desarrollador Front-End Senior
8.7.	Al agregar/modificar un pedido el sistema debe validar la existencia de contenedores y asignar automáticamente un contenedor disponible para las fechas contratadas. El contenedor asignado podrá ser modificado de manera manual si el usuario lo desea.	3	Sprint 3	Desarrollador Front-End Senior
8.8.	Permitir la búsqueda de pedidos por: rangos de fecha de entrega, rangos de fecha de recolección, nombre del cliente, dirección.	2	Sprint 3	Desarrollador Front-End Senior
8.9.	Modificar pedidos de manera que se puedan editar las todas las propiedades.	1	Sprint 3	Desarrollador Front-End Intermedio
8.15.	Pruebas funcionales de QA (pedidos)	8	Sprint 3	Ingeniero Control de Calidad
8.16.	Automatización de pruebas de QA. (pedidos)	5	Sprint 4	Ingeniero Control de Calidad
6.6.	Desarrollo de API de roles.	2	Sprint 4	Desarrollador Back-End Senior

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
2.3.	Inicio de sesión (UX)	3	Sprint 4	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.4.	Perfil de usuario (UX)	5	Sprint 4	Desarrollador Interfaz (UX) senior
5.4.	Agregar nuevos usuarios con las propiedades: código, rol de usuario (administrativo u operativo), nombre, apellidos. En caso de ser un usuario operativo es mandatorio ingresar foto de la licencia de conducir, foto de la licencia de manejo de residuos.	2	Sprint 4	Desarrollador Front-End Intermedio
5.6.	Eliminar usuarios	1	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior
5.7.	Mostrar el listado actual de roles con el detalle de las pantallas a las cuales tiene acceso.	1	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior
5.8.	Permitir la búsqueda de usuarios por nombre o rol.	2	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior
6.1.	Permitir visualizar todos las propiedades de un rol al darle clic en la lista.	2	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior
6.2.	Permitir la visualización de usuarios que tienen asignado cada rol.	2	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior
6.3.	Agregar rol incluyendo las propiedades: código, nombre, pantallas (mostrar el listado de pantallas y permitir que el arrastre para incluirlas dentro del rol)	2	Sprint 4	Desarrollador Front-End Intermedio
6.4.	Modificar rol permitiendo cambiar el nombre y las pantallas.	1	Sprint 4	Desarrollador Front-End Intermedio
6.5.	Eliminar un rol.	1	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior
6.7.	Pruebas funcionales de QA (roles)	2	Sprint 4	Ingeniero Control de Calidad
2.8.	Dashboard administrativo (UX)	13	Sprint 4	Desarrollador Interfaz (UX) senior
7.1.	Se debe crear una pantalla de perfil de usuario donde cada usuario puede visualizar su perfil y agregar una foto. Esta opción se debe poder acceder desde un menú superior en cualquier pantalla de la aplicación.	2	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior
7.2.	Desde esta pantalla se puede realizar el cambio de contraseña	1	Sprint 4	Desarrollador Front-End Senior

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
7.3.	Desarrollo de API de perfil de usuario (Back-End)	1	Sprint 4	Desarrollador Back-End Senior
7.4.	Pruebas funcionales de QA (perfil de usuario)	1	Sprint 4	Ingeniero Control de Calidad
9.1.	Este módulo debe contener una lista de opciones que al seleccionarl as lleven a los diferentes Dashboards: Usuarios, Roles, Camiones, Contenedores, Pedidos, Reportes, Cálculos diarios, Facturación y contratos, Panel de control.	3	Sprint 4	Desarrollador Front-End Intermedio
5.10.	Pruebas funcionales de QA (usuarios)	2	Sprint 4	Ingeniero Control de Calidad
5.11.	Automatización de pruebas de QA. (usuarios)	1	Sprint 4	Ingeniero Control de Calidad
2.9.	Dashboard choferes (UX)	13	Sprint 5	Desarrollador Interfaz (UX) senior
6.8.	Automatización de pruebas de QA. (roles)	1	Sprint 5	Ingeniero Control de Calidad
7.5.	Automatización de pruebas de QA. (perfil de usuario)	1	Sprint 5	Ingeniero Control de Calidad
9.10.	Desarrollo de API administrativo.	13	Sprint 5	Desarrollador Back-End Senior
9.2.	En este módulo se podrán visualizar las tareas operativas, de manera que el sistema deberá “Crear” tareas de forma automática (una tarea de recolección y una de entrega para cada pedido) y mostrarlas por estado: Pendientes, Completadas, Asignadas, Expiradas.	3	Sprint 5	Desarrollador Front-End Senior
9.3.	Las tareas que se encuentren en estado “Pendiente” o “Expirada” podrán ser asignadas a usuarios con perfil operativo (choferes). Mostrando por default solamente las tareas del día actual y las expiradas.	3	Sprint 5	Desarrollador Front-End Senior
9.4.	El sistema permitirá consultar las tareas asignadas por chofer.	2	Sprint 5	Desarrollador Front-End Intermedio
9.5.	Deberá existir una opción para visualizar el calendario de contenedores donde se muestre de manera gráfica la fecha de inicio y de fin de uso de cada contenedor asignado a un pedido.	8	Sprint 5	Desarrollador Front-End Senior

Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental		Story points	Sprint	Recurso asignado
9.6.	Permitirá consultar los contenedores asignados a pedidos por fechas específicas o rangos de fechas.	3	Sprint 5	Desarrollador Front-End Intermedio
9.7.	Existirá una opción de consultar disponibilidad de contenedores para rangos de fechas específicos.	3	Sprint 5	Desarrollador Front-End Intermedio
9.9.	El sistema proporcionará un sistema de notificaciones e <i>inbox</i> donde estarán las alertas de conflictos en la asignación de tareas, conflictos en asignación de contenedores a pedidos, tareas expiradas.	5	Sprint 5	Desarrollador Front-End Intermedio
10.1.	Permite la visualización de una página principal donde se encuentren las tareas asignadas, las cuales serán agrupadas por los estados Asignada, Completada, Pendiente.	5	Sprint 6	Desarrollador Front-End Intermedio
10.14.	Desarrollo de API de choferes.	13	Sprint 6	Desarrollador Back-End Senior
10.3.	La tarea en ejecución debe mostrarse en la parte superior del Dashboard.	2	Sprint 6	Desarrollador Front-End Intermedio
10.6.	Al llegar al destino el sistema automática presenta la opción de reportar el pedido como “Entregado” o “Recolectado”.	3	Sprint 6	Desarrollador Front-End Intermedio
2.10.	Creación y consulta de facturas (UX)	3	Sprint 6	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.11.	Consulta de contratos (UX)	3	Sprint 6	Desarrollador Interfaz (UX) senior
9.11.	Pruebas funcionales de QA (administrativo)	13	Sprint 6	Ingeniero Control de Calidad
9.8.	Permitir el rastreo de contenedores y camiones en tiempo real por medio de los GPS instalados, mostrando un mapa interactivo donde se visualice la ubicación exacta que se actualizará cada 10 segundos.	13	Sprint 6	Desarrollador Front-End Senior
2.12.	Cálculos diarios (UX)	5	Sprint 7	Desarrollador Interfaz (UX) senior
10.10.	Existirá una opción de ingreso de millaje al iniciar el día y al finalizar. Para ingresar un millaje el chofer deberá seleccionar un camión de lista e ingresar el millaje.	2	Sprint 7	Desarrollador Front-End Intermedio

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
Además, se almacenará la hora de ingreso de millaje.				
10.11.	El sistema contará con una opción para que el chofer le muestre el contrato de alquiler al cliente para que este lo firme y el sistema deberá capturar la firma y guardará el contrato firmado.	3	Sprint 7	Desarrollador Front-End Senior
10.12.	Existirá una opción donde el chofer pueda configurar las notificaciones de tareas asignadas.	2	Sprint 7	Desarrollador Front-End Intermedio
10.13.	El sistema mostrara al chofer una opción de iniciar jornada y otra de terminar jornada para controlar las horas laboradas.	3	Sprint 7	Desarrollador Front-End Senior
10.2.	Las tareas deben de mostrarse en orden lógico de ejecución (ruta trazada por el sistema).	8	Sprint 7	Desarrollador Front-End Senior
10.4.	El usuario debe poder seleccionar tareas de la lista y ver sus detalles. Y debe existir una opción grande y vistosa (botón) para iniciar la tarea, al iniciarla el pedido cambiará al estado “En progreso”. Además, el pedido asociado a esta tarea deberá cambiar de estado según corresponda.	5	Sprint 7	Desarrollador Front-End Senior
10.5.	Al iniciar la tarea, automáticamente el sistema presenta el mapa para llevar al chofer al destino asociado a la tarea.	3	Sprint 7	Desarrollador Front-End Intermedio
10.7.	Al volver al plantel el sistema mostrara la opción de marcar la tarea como completada o el chofer puede hacerlo manualmente. Al hacerlo el pedido debe cambiar al estado “Completado”, y si la tarea es una entrega el contenedor asociado al pedido será marcado como “Disponible”.	3	Sprint 7	Desarrollador Front-End Intermedio
10.8.	Existirá una opción de ver toda la ruta trazada para todas las tareas del día.	8	Sprint 7	Desarrollador Front-End Senior

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
10.9.	Es necesario una opción dentro del dashboard para ingresar fotos de las facturas tomadas directamente desde el dispositivo. El sistema además solicitará al usuario ingresar el monto de la factura de manera manual.	5	Sprint 7	Desarrollador Front-End Intermedio
9.12.	Automatización de pruebas de QA. (administrativo)	8	Sprint 7	Ingeniero Control de Calidad
10.15.	Pruebas funcionales de QA. (choferes)	13	Sprint 8	Ingeniero Control de Calidad
10.16.	Automatización de pruebas de QA. (choferes)	8	Sprint 8	Ingeniero Control de Calidad
11.1.	El sistema permitirá consultar, visualizar, descargar y enviar manualmente al cliente la factura de los pedidos. Por default se cargarán los del mes, pero se puede cambiar el filtro de fechas.	2	Sprint 8	Desarrollador Front-End Senior
11.2.	El sistema generará automáticamente un contrato de alquiler para cada pedido, por lo tanto, será necesario contar con una pantalla de consulta de contratos, los cuales puede ser filtrados por fecha, nombre del cliente, tipo de contenedor, dirección, teléfono, correo electrónico.	1	Sprint 8	Desarrollador Front-End Intermedio
11.3.	El sistema permitirá visualizar una lista completa de contratos y tendrá además la opción de descargarlos y de enviarlos por correo electrónico al cliente.	2	Sprint 8	Desarrollador Front-End Senior
11.4.	Desarrollo de API facturación y contratos.	3	Sprint 8	Desarrollador Back-End Senior
11.5.	Pruebas funcionales de QA. (facturación y contratos)	3	Sprint 8	Ingeniero Control de Calidad
11.6.	Automatización de pruebas de QA. (facturación y contratos)	2	Sprint 8	Ingeniero Control de Calidad
12.1.	El sistema debe calcular el millaje recorrido por cada camión basado en los datos de millaje ingresados por el chofer y compararlo con la ruta trazada inicialmente, si hay discrepancias de más de 15 millas en esta comparación deberá emitir una notificación.	2	Sprint 8	Desarrollador Front-End Senior

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
12.2.	El sistema calculará el costo aproximado de combustible basado en el millaje recorrido y el precio actual del combustible, y lo comparará con la factura de combustible ingresada por el chofer, si hay discrepancias de más de \$10 el sistema emitirá una factura.	2	Sprint 8	Desarrollador Front-End Intermedio
12.3.	El sistema mostrará una pantalla de consulta de pago diario para cada chofer, donde se muestra el millaje ingresado por los choferes, el millaje calculado al trazar la ruta, los costos de combustible, los costos de vertedero y basado en estos datos calculará el pago correspondiente para el chofer.	3	Sprint 8	Desarrollador Front-End Senior
12.4.	El sistema mostrará el estado del pago del chofer (Realizado, Pendiente) y permitirá al personal administrativo cambiarlo de estado.	1	Sprint 8	Desarrollador Front-End Intermedio
12.5.	Desarrollo de API facturación y contratos.	5	Sprint 8	Desarrollador Back-End Senior
14.1.	Permite configurar la lista de correos para envío de informes.	1	Sprint 8	Desarrollador Front-End Intermedio
14.2.	Permite configurar la periodicidad de envío de informes.	1	Sprint 8	Desarrollador Front-End Intermedio
14.4.	Desarrollo de API de perfil de usuario (Back-End)	1	Sprint 8	Desarrollador Back-End Senior
2.13.	Reporte uso de contenedores (UX)	3	Sprint 8	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.14.	Horas Laboradas (UX)	2	Sprint 8	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.16.	Reporte de millaje recorrido (UX)	2	Sprint 9	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.17.	Tasa de expiración de tareas (UX)	2	Sprint 9	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.18.	Panel de control (UX)	8	Sprint 9	Desarrollador Interfaz (UX) senior
2.15.	Reporte gastos operativos (combustible, vertederos y pago a choferes) (UX)	5	Sprint 9	Desarrollador Interfaz (UX) senior
12.6.	Pruebas funcionales de QA. (cálculos)	5	Sprint 9	Ingeniero Control de Calidad

<b>Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>	<b>Recurso asignado</b>
12.7.	Automatización de pruebas de QA. (cálculos)	3	Sprint 9	Ingeniero Control de Calidad
13.1.	El sistema debe implementar los siguientes reportes: Uso de contenedores, Horas laboradas, Millaje recorrido, Pedidos completados, Gastos Operativos con desglose de gastos de combustible, gastos de vertederos y pago a choferes, Tasa de expiración de tareas.	8	Sprint 9	Desarrollador Front-End Senior
13.2.	El sistema permitirá la descarga de estos reportes.	1	Sprint 9	Desarrollador Front-End Intermedio
13.3.	El sistema enviará semanalmente un informe que contiene el resumen de estos informes a los correos configurados.	1	Sprint 9	Desarrollador Front-End Intermedio
13.4.	Desarrollo de API de reportes	8	Sprint 9	Desarrollador Back-End Senior
13.5.	Pruebas funcionales de QA. (reportes)	5	Sprint 9	Ingeniero Control de Calidad
13.6.	Automatización de pruebas de QA. (reportes)	3	Sprint 9	Ingeniero Control de Calidad
14.3.	Se podrá cambiar manualmente el precio promedio de la combustible, por default el sistema se conectará diariamente a un API de consulta de precio promedio.	2	Sprint 9	Desarrollador Front-End Senior
14.5.	Pruebas funcionales de QA (panel de control)	1	Sprint 10	Ingeniero Control de Calidad
14.6.	Automatización de pruebas de QA. (panel de control)	1	Sprint 10	Ingeniero Control de Calidad
15.1.	Creación de manual de usuario	5	Sprint 10	Desarrollador Front-End Intermedio
15.2.	Taller de capacitación de usuarios	3	Sprint 10	Desarrollador Front-End Senior

#### 8.4 Apéndice D: Entrevista semi estructurada

<b>Fecha</b>	
<b>Nombre de la persona entrevistada</b>	
<b>Tipo de participante</b>	<input type="checkbox"/> Propietario <input type="checkbox"/> Chofer <input type="checkbox"/> Asistente
<b>Nombre del entrevistador</b>	
<b>Método de aplicación</b>	<input type="checkbox"/> Individual <input type="checkbox"/> Grupal
<b>Técnica de aplicación</b>	<input type="checkbox"/> Presencial <input type="checkbox"/> Virtual

#### Guion de preguntas para cada tipo de participante

<i>Propietario Guion #1</i>	<i>Choferes y asistente administrativa Guion #2</i>
1. ¿Cuáles son las necesidades operativas que busca solventar con el sistema? Mencione los procesos o el flujo operativo que pretende mejorar con el sistema.	1. En sus funciones diarias, ¿cuáles son las actividades que resultan más complejas a nivel operativo/administrativo?
2. ¿Qué es lo mínimo que debe hacer el sistema para que lo considere funcional?	2. ¿Qué debe hacer un sistema para que facilite sus labores diarias?
3. ¿Cuáles de las funcionalidades considera que es la más importante? Priorice las primeras 3	3. ¿Cuánto grado de familiaridad tiene con el uso de dispositivos móviles, computadoras y aplicaciones? 4. (Ver Escala Likert #1)
4. ¿Cuál propuesta le parece mejor: un software funcional al que se le vayan agregando funcionalidades poco a poco o prefiere recibir un producto completo?	5. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?
5. ¿En qué tipo de dispositivos debe funcionar el sistema?	6. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?
6. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?	7. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? 8. (Ver Escala Likert #2)
7. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	
8. ¿Qué tan involucrado desea estar	

<i>Propietario Guion #1</i>	<i>Choferes y asistente administrativa Guion #2</i>
durante el desarrollo del proyecto? 9. (Ver Escala Likert #2)	

**Escala de Likert #1:** Acerca del uso de dispositivos móviles, computadoras o aplicaciones.

<b>1 - Muy bajo</b>	Nunca o rara vez los utilizo y me resulta muy difícil usarlos.
<b>2 - Bajo</b>	Los utilizo manera ocasional, pero me siento inseguro o con dificultades al hacerlo.
<b>3 - Moderado</b>	Tengo una conocimiento básico y me siento algo cómodo utilizándolos para tareas sencillas.
<b>4 - Alto</b>	Los utilizo con regularidad y me siento cómodo al hacerlo.
<b>5 - Muy Alto</b>	Tengo un alto nivel de familiaridad y los utilizo de manera avanzada, sin dificultades y con confianza en mis habilidades.

**Escala de Likert #2:** Acerca del nivel de involucramiento en el proyecto.

<b>1 - Nada involucrado</b>	Prefiero no estar involucrado y confío en que el equipo lo gestione completamente.
<b>2 - Poco involucrado</b>	Deseo estar mínimamente involucrado, siendo informado ocasionalmente sobre los avances y solo participando en decisiones clave.
<b>3 - Moderadamente involucrado</b>	Me gustaría estar involucrado regularmente, participar en reuniones periódicas y dar retroalimentación cuando sea oportuno.
<b>4 - Muy involucrado</b>	Quiero estar activamente involucrado en todas las fases del proyecto, colaborar con el equipo y participar en la mayoría de las decisiones importantes.
<b>5 - Totalmente involucrado</b>	Quiero estar completamente involucrado en cada detalle del proyecto, trabajar estrechamente con el equipo en el día a día y supervisar cada etapa del desarrollo.

### 8.5 Apéndice E: Observación directa

<b>Fecha:</b> _____	<b>Hora de inicio:</b> _____
<b>Observador:</b> _____	<b>Hora de final:</b> _____

<b>Aspectos por observar:</b>	<b>Registro de lo observado:</b>
• Forma en que se realiza la planificación logística de tareas al iniciar la jornada laboral.	
• Manera en que son asignados los choferes a los camiones y como se asignan las tareas del día	
• Proceso de registro de contenedores: ingreso de pedidos, rastreo de contenedores, asignación de contenedores, validación de existencias, liberación.	
• Proceso de entrega de contenedores y forma de trazar la ruta	
• Proceso de cierre del día: revisión y conteo de contenedores, pago a choferes, revisión de millaje de camiones, cálculo de costos de combustible	
• Existencia de procesos no mencionados anteriormente.	

Otras anotaciones:

---

---

---

## 8.6 Apéndice F: Revisión bibliográfica

Ficha Bibliográfica	
Tema:	Nombre del documento:
Autor (es):	Año de publicación:
Edición:	Editorial:
Resumen:	Comentarios:
Análisis / información recolectada:	

## 8.7 Apéndice G: Filtros de idoneidad

<b>Fecha</b>	
<b>Participantes</b>	
<b>Forma de aplicación</b>	<input type="checkbox"/> Virtual <input type="checkbox"/> Presencial

### **Instrucciones de uso:**

#### **Paso 1:**

Se debe responder un cuestionario, que consta con 12 aspectos a evaluar, para cada uno de estos aspectos se debe seleccionar cuál de las 3 descripciones se adapta mejor la situación de la cultura, el equipo o el proyecto a evaluar.

#### **Paso 2:**

Se procede a interpretar los resultados visualizados en un gráfico de radar con tres posibles áreas (ágil, híbrido o predictivo). En este gráfico los valores más cercanos al centro, significa que existe un mejor ajuste a enfoques ágiles y los valores más cercanos

al perímetro del círculo significa que es mejor optar por un enfoque predictivo, mientras que la zona intermedio significa que se el enfoque híbrido se ajustaría mejor al proyecto.

**Paso 3:**

Se toma una decisión conjunta acerca del modelo a utilizar, entiendo que se pueden discutir los resultados y hablar de los pro y contra de cada modelo en caso de obtener porcentajes cercanos en el gráfico de barras donde se muestra porcentualmente el puntaje de cada modelo.

Selección del Ciclo de Vida del Proyecto				
#	Aspecto a Evaluar	Ciclo de Vida Ágil	Ciclo de Vida Predictivo	Ciclo de Vida Híbrido
1	Naturaleza de los requisitos y cantidad de cambios esperados	<input type="checkbox"/> Requisitos flexibles, propensos a cambios. Ideal para necesidades inciertas.	<input type="checkbox"/> Requisitos claros y estables. Ideal cuando los cambios son mínimos.	<input type="checkbox"/> Combina requisitos estables con áreas de flexibilidad para adaptarse a necesidades cambiantes.
2	Entorno del Proyecto	<input type="checkbox"/> Se adapta bien a entornos dinámicos donde las condiciones cambian rápidamente.	<input type="checkbox"/> Mejor en entornos estables y predecibles.	<input type="checkbox"/> Aprovecha la estabilidad donde es posible y permite la adaptabilidad donde es necesario.
3	Stakeholders y su nivel de participación durante el ciclo de proyecto	<input type="checkbox"/> Requiere alta colaboración y compromiso continuo de los stakeholders.	<input type="checkbox"/> Menos dependiente de la participación continua de stakeholders.	<input type="checkbox"/> Requiere un equilibrio entre compromiso continuo y participación definida según la fase del proyecto.
4	Riesgos e Incertidumbres	<input type="checkbox"/> Gestiona bien los riesgos emergentes mediante adaptación y respuesta rápida.	<input type="checkbox"/> Adecuado para riesgos previsibles y controlables.	<input type="checkbox"/> Maneja riesgos mixtos, con elementos tanto previsibles como emergentes.
5	Complejidad del Proyecto	<input type="checkbox"/> 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.	<input type="checkbox"/> 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.	<input type="checkbox"/> 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.
6	Plazos y Cronograma	<input type="checkbox"/> Flexible, puede ajustar plazos según el aprendizaje y las necesidades del proyecto.	<input type="checkbox"/> Mejor para proyectos con plazos estrictos y bien definidos.	<input type="checkbox"/> Combina plazos fijos para ciertas entregas con flexibilidad en otras áreas.
7	Presupuesto y Financiación	<input type="checkbox"/> Puede requerir ajustes de presupuesto basados en cambios en el alcance del proyecto.	<input type="checkbox"/> Generalmente opera dentro de un presupuesto fijo y bien definido.	<input type="checkbox"/> Permite una gestión financiera flexible, ajustándose a las necesidades del proyecto.
8	Cultura Organizacional	<input type="checkbox"/> Requiere una cultura que valore la adaptabilidad, la innovación y la colaboración.	<input type="checkbox"/> Se adapta mejor a estructuras organizacionales más rígidas y tradicionales.	<input type="checkbox"/> Permite a la organización utilizar tanto enfoques ágiles como predictivos según sea necesario.
9	Gestión de Cambios al Alcance	<input type="checkbox"/> Muy flexible, permite cambios frecuentes y rápidos en el alcance.	<input type="checkbox"/> Cambios al alcance son menos frecuentes y más rigurosamente controlados.	<input type="checkbox"/> Permite cambios al alcance con controles, dependiendo de la parte del proyecto y el enfoque utilizado.
10	Entrega de Valor Acelerada o Anticipada	<input type="checkbox"/> Enfoca en entregas rápidas y frecuentes para maximizar el valor temprano.	<input type="checkbox"/> La entrega de valor está generalmente al final del proyecto.	<input type="checkbox"/> Combina entregas rápidas para algunas partes del proyecto con entregas finales para otras.
11	Liderazgo y Empoderamiento de las Personas	<input type="checkbox"/> Promueve el liderazgo compartido y el empoderamiento de los equipos.	<input type="checkbox"/> Liderazgo más directivo y roles bien definidos.	<input type="checkbox"/> Balance entre liderazgo directivo y empoderamiento, ajustándose a las necesidades del equipo.
12	Control y Seguimiento	<input type="checkbox"/> Menos formal, con énfasis en la adaptabilidad y respuesta a la retroalimentación.	<input type="checkbox"/> Formal y sistemático, con métricas y hitos claramente definidos.	<input type="checkbox"/> Utiliza tanto métodos formales como adaptativos según la fase y las necesidades del proyecto.
		<b>0%</b> <b>ÁGIL</b>	<b>0%</b> <b>PREDICTIVO</b>	<b>0%</b> <b>HÍBRIDO</b>

## 8.9 Apéndice H: Desglose y estimación de tareas

Distribución de *Story points*

Sprint	Story Points
Sprint 1	55
Sprint 2	55
Sprint 3	55
Sprint 4	55
Sprint 5	55
Sprint 6	55
Sprint 7	55
Sprint 8	55
Sprint 9	53
Sprint 10	10

Desglose de tareas y estimación.

Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental		Story points	Sprint
<b>E1. Configuración de la infraestructura</b>		<b>19</b>	
1.1.	Adquisición del dominio e instalación de servicios	3	Sprint 1
1.2.	Creación del diagrama de base de datos e instalación de base de datos	5	Sprint 1
1.3.	Configuración de servidor de desarrollo	1	Sprint 1
1.4.	Configuración de servidor de QA	1	Sprint 1
1.5.	Configuración de servidor de producción	1	Sprint 1
1.6.	Creación de repositorios de código	3	Sprint 1

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
1.7.	Configuración de flujos de CI/CD	5	Sprint 1
<b>E2. Diseño de interfaz de usuario (UX)</b>		<b>114</b>	
2.1.	Definición de lenguaje de diseño	13	Sprint 1
2.2.	Creación de componentes (UX) reutilizables	8	Sprint 1
2.3.	Inicio de sesión	3	Sprint 4
2.4.	Perfil de usuario	5	Sprint 4
2.5.	Gestión de contenedores/camiones	5	Sprint 1
2.6.	Gestión de usuarios/roles	8	Sprint 3
2.7.	Gestión de pedidos	13	Sprint 2
2.8.	Dashboard administrativo	13	Sprint 4
2.9.	Dashboard choferes	13	Sprint 5
2.10.	Creación y consulta de facturas	3	Sprint 6
2.11.	Consulta de contratos	3	Sprint 6
2.12.	Cálculos diarios	5	Sprint 7
2.13.	Reporte uso de contenedores	3	Sprint 8
2.14.	Horas Laboradas	2	Sprint 8
2.15.	Reporte gastos operativos (combustible, vertederos y pago a choferes)	5	Sprint 9
2.16.	Reporte de millaje recorrido	2	Sprint 9
2.17.	Tasa de expiración de tareas	2	Sprint 9
2.18.	Panel de control	8	Sprint 9
<b>E3. Dashboard de contenedores</b>		<b>26</b>	
3.1.	Mostrar el listado de contenedores con su respectivo estado: disponible (en plantel), no disponible (en uso), en mantenimiento.	2	Sprint 1
3.2.	Permitir visualizar todos las propiedades de un contenedor al darle clic en la lista.	1	Sprint 2
3.3.	Agregar contenedores incluyendo propiedades: código, nickname, precio ( <i>flat rate</i> ), color, marca, tipo (tráiler, regular), capacidad, tipo de acople.	2	Sprint 2

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
3.4.	Modificar contenedores permitiendo cambiar las propiedades: estado, nickname, color, marca, tipo, capacidad, tipo de acople. Si se cambia de estado a “En mantenimiento”, el sistema revisará si ese contenedor estaba asignado a algún pedido, y en caso de lo esté deberá asignar uno nuevo y si existen conflictos el sistema enviará una notificación a los usuarios administrativos.	3	Sprint 2
3.5.	Eliminar contenedores de la lista mostrada	1	Sprint 2
3.6.	Permitir la selección de múltiples contenedores para su eliminación.	1	Sprint 2
3.7.	Permitir de búsqueda avanzada de contenedores (por estado, capacidad, tipo, nickname).	3	Sprint 2
3.8.	Desarrollo de API de contenedores (Back-End)	8	Sprint 1
3.9.	Pruebas funcionales de QA	3	Sprint 2
3.10.	Automatización de pruebas de QA.	2	Sprint 3
<b>E4. Dashboard de camiones</b>		<b>18</b>	
4.1.	Mostrar el listado de camiones con su respectivo estado (disponible, en mantenimiento)	2	Sprint 2
4.2.	Permitir visualizar todas las propiedades de un camión al darle clic en la lista.	1	Sprint 2
4.3.	Agregar camiones incluyendo propiedades: código, nickname, color, marca, modelo, año.	2	Sprint 2
4.4.	Modificar contenedores permitiendo cambiar las propiedades: estado, nickname, color, marca, modelo, tipo, capacidad, tipo de acople.	1	Sprint 2
4.5.	Eliminar camiones de la lista mostrada	1	Sprint 2
4.6.	Permitir la selección de múltiples camiones para su eliminación.	1	Sprint 2
4.7.	Permitir de búsqueda avanzada de camiones (por modelo, marca, año, color, nickname)	2	Sprint 2
4.8.	Desarrollo de API de camiones (Back-End).	3	Sprint 2
4.9.	Pruebas funcionales de QA	3	Sprint 2
4.10.	Automatización de pruebas de QA.	2	Sprint 3
<b>E5. Dashboard de usuarios</b>		<b>16</b>	
5.1.	Mostrar el listado de usuarios y su estado actual (activos en una sección, inactivos en otra sección)	2	Sprint 3
5.2.	Permitir selección múltiple de usuarios para activarlos y desactivarlos.	1	Sprint 3

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
5.3.	Permitir visualizar todas las propiedades de un usuario al darle clic en la lista.	1	Sprint 3
5.4.	Agregar nuevos usuarios con las propiedades: código, rol de usuario (administrativo u operativo), nombre, apellidos. En caso de ser un usuario operativo es mandatorio ingresar foto de la licencia de conducir, foto de la licencia de manejo de residuos.	2	Sprint 4
5.5.	Modificar usuarios, permitiendo modificar las propiedades: estado y rol.	1	Sprint 3
5.6.	Eliminar usuarios	1	Sprint 4
5.7.	Mostrar el listado actual de roles con el detalle de las pantallas a las cuales tiene acceso.	1	Sprint 4
5.8.	Permitir la búsqueda de usuarios por nombre o rol.	2	Sprint 4
5.9.	Desarrollo de API de gestión de usuarios (Back-End)	2	Sprint 3
5.10.	Pruebas funcionales de QA	2	Sprint 4
5.11.	Automatización de pruebas de QA.	1	Sprint 4
<b>E6. Dashboard de roles</b>		<b>13</b>	
6.1.	Permitir visualizar todos las propiedades de un rol al darle clic en la lista.	2	Sprint 4
6.2.	Permitir la visualización de usuarios que tienen asignado cada rol.	2	Sprint 4
6.3.	Agregar rol incluyendo las propiedades: código, nombre, pantallas (mostrar el listado de pantallas y permitir que el arrastre para incluirlas dentro del rol)	2	Sprint 4
6.4.	Modificar rol permitiendo cambiar el nombre y las pantallas.	1	Sprint 4
6.5.	Eliminar un rol.	1	Sprint 4
6.6.	Desarrollo de API de roles.	2	Sprint 4
6.7.	Pruebas funcionales de QA.	2	Sprint 4
6.8.	Automatización de pruebas de QA.	1	Sprint 5
<b>E7. Pantalla perfil de usuario</b>		<b>6</b>	
7.1.	Se debe crear una pantalla de perfil de usuario donde cada usuario puede visualizar su perfil y agregar una foto. Esta opción se debe poder acceder desde un menú superior en cualquier pantalla de la aplicación.	2	Sprint 4
7.2.	Desde esta pantalla se puede realizar el cambio de contraseña	1	Sprint 4

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
7.3.	Desarrollo de API de perfil de usuario (Back-End)	1	Sprint 4
7.4.	Pruebas funcionales de QA	1	Sprint 4
7.5.	Automatización de pruebas de QA.	1	Sprint 5
<b>E8. Dashboard de pedidos</b>		<b>53</b>	
8.1.	Mostrar el listado de pedidos vigentes donde se muestre el nombre del cliente, la dirección, fecha de entrega, fecha de recolección y el contenedor asignado.	2	Sprint 2
8.2.	Permitir 2 tipos de visualización para pedido: Lista o columnas de estado (Ingresado, Por entregar, Entregado, Por recolectar, Recolectado, Completado).	3	Sprint 2
8.3.	La visualización en forma de lista debe permitir el filtrado de pedidos por: fecha de entrega, fecha de recolección, tipo de contenedor.	3	Sprint 2
8.4.	Agregar nuevos pedidos que incluyan las propiedades: código, nombre del cliente, teléfono, correo electrónico, forma de pago, fecha entrega, fecha de recolección, dirección, tipo de contenedor, tipo de desecho, lugar de colocación (ejemplo: patio, acera, garaje) y observaciones.	2	Sprint 2
8.5.	Al agregar/modificar un pedido se debe calcular automáticamente el precio total del alquiler y mostrarlo en una pantalla de confirmación.	2	Sprint 2
8.6.	Al agregar el pedido el sistema automáticamente debe generar un contrato con los detalles del pedido y debe ser guardado para su posterior firma.	3	Sprint 3
8.7.	Al agregar/modificar un pedido el sistema debe validar la existencia de contenedores y asignar automáticamente un contenedor disponible para las fechas contratadas. El contenedor asignado podrá ser modificado de manera manual si el usuario lo desea.	3	Sprint 3
8.8.	Permitir la búsqueda de pedidos por: rangos de fecha de entrega, rangos de fecha de recolección, nombre del cliente, dirección.	2	Sprint 3
8.9.	Modificar pedidos de manera que se puedan editar las todas las propiedades.	1	Sprint 3
8.10.	Los pedidos no pueden ser eliminados, pero pueden pasar a estado "Cancelado" y el usuario debe ingresar una justificación para la cancelación.	2	Sprint 3
8.11.	El sistema debe guardar un histórico de pedidos.	1	Sprint 3

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
8.12.	Permitir realizar búsqueda de pedidos por todos las propiedades y por rangos de fechas.	5	Sprint 3
8.13.	El sistema debe cambiar automáticamente los estados del pedido: Al ingresar un pedido “Ingresado”, el día de la entrega “Por entregar”, cuando el chofer reporta la entrega “Entregado”, el día de la recolección “Por entregar”, cuando el chofer lo reporta la recolección “Recolectado”, cuando el chofer lleva el contenedor al plantel “Completado” y si no ha cambiado de estado a “Entregado” en la fecha de entrega se debe cambiar a “Expirado”.	3	Sprint 3
8.14.	Desarrollo de API de pedidos.	8	Sprint 3
8.15.	Pruebas funcionales de QA.	8	Sprint 3
8.16.	Automatización de pruebas de QA.	5	Sprint 4
<b>E9. Módulo administrativo</b>		<b>77</b>	
9.1.	Este módulo debe contener una lista de opciones que al seleccionarlal lleven a los diferentes Dashboards: Usuarios, Roles, Camiones, Contenedores, Pedidos, Reportes, Cálculos diarios, Facturación y contratos, Panel de control.	3	Sprint 4
9.2.	En este módulo se podrán visualizar las tareas operativas, de manera que el sistema deberá “Crear” tareas de forma automática (una tarea de recolección y una de entrega para cada pedido) y mostrarlas por estado: Pendientes, Completadas, Asignadas, Expiradas.	3	Sprint 5
9.3.	Las tareas que se encuentren en estado “Pendiente” o “Expirada” podrán ser asignadas a usuarios con perfil operativo (choferes). Mostrando por default solamente las tareas del día actual y las expiradas.	3	Sprint 5
9.4.	El sistema permitirá consultar las tareas asignadas por chofer.	2	Sprint 5
9.5.	Deberá existir una opción para visualizar el calendario de contenedores donde se muestre de manera gráfica la fecha de inicio y de fin de uso de cada contenedor asignado a un pedido.	8	Sprint 5
9.6.	Permitirá consultar los contenedores asignados a pedidos por fechas específicas o rangos de fechas.	3	Sprint 5
9.7.	Existirá una opción de consultar disponibilidad de contenedores para rangos de fechas específicos.	3	Sprint 5
9.8.	Permitir el rastreo de contenedores y camiones en tiempo real por medio de los GPS instalados, mostrando un mapa interactivo donde se visualice la ubicación exacta que se actualizará cada 10 segundos.	13	Sprint 6
9.9.	El sistema proporcionará un sistema de notificaciones e inbox donde estarán las alertas de conflictos en la asignación de tareas, conflictos en asignación de contenedores a pedidos, tareas expiradas.	5	Sprint 5

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
9.10.	Desarrollo de API administrativo.	13	Sprint 5
9.11.	Pruebas funcionales de QA.	13	Sprint 6
9.12.	Automatización de pruebas de QA.	8	Sprint 7
<b>E10. Módulo para choferes</b>		<b>86</b>	
10.1.	Permite la visualización de una página principal donde se encuentren las tareas asignadas, las cuales serán agrupadas por los estados Asignada, Completada, Pendiente.	5	Sprint 6
10.2.	Las tareas deben de mostrarse en orden lógico de ejecución (ruta trazada por el sistema).	8	Sprint 7
10.3.	La tarea en ejecución debe mostrarse en la parte superior del Dashboard.	2	Sprint 6
10.4.	El usuario debe poder seleccionar tareas de la lista y ver sus detalles. Y debe existir una opción grande y vistosa (botón) para iniciar la tarea, al iniciarla el pedido cambiará al estado “En progreso”. Además, el pedido asociado a esta tarea deberá cambiar de estado según corresponda.	5	Sprint 7
10.5.	Al iniciar la tarea, automáticamente el sistema presenta el mapa para llevar al chofer al destino asociado a la tarea.	3	Sprint 7
10.6.	Al llegar al destino el sistema automática presenta la opción de reportar el pedido como “Entregado” o “Recolectado”.	3	Sprint 6
10.7.	Al volver al plantel el sistema mostrara la opción de marcar la tarea como completada o el chofer puede hacerlo manualmente. Al hacerlo el pedido debe cambiar al estado “Completado”, y si la tarea es una entrega el contenedor asociado al pedido será marcado como “Disponible”.	3	Sprint 7
10.8.	Existirá una opción de ver toda la ruta trazada para todas las tareas del día.	8	Sprint 7
10.9.	Es necesario una opción dentro del dashboard para ingresar fotos de las facturas tomadas directamente desde el dispositivo. El sistema además solicitará al usuario ingresar el monto de la factura de manera manual.	5	Sprint 7
10.10.	Existirá una opción de ingreso de millaje al iniciar el día y al finalizar. Para ingresar un millaje el chofer deberá seleccionar un camión de lista e ingresar el millaje. Además, se almacenará la hora de ingreso de millaje.	2	Sprint 7
10.11.	El sistema contará con una opción para que el chofer le muestre el contrato de alquiler al cliente para que este lo firme y el sistema deberá capturar la firma y guardará el contrato firmado.	3	Sprint 7

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
10.12.	Existirá una opción donde el chofer pueda configurar las notificaciones de tareas asignadas.	2	Sprint 7
10.13.	El sistema mostrara al chofer una opción de iniciar jornada y otra de terminar jornada para controlar las horas laboradas.	3	Sprint 7
10.14.	Desarrollo de API de choferes.	13	Sprint 6
10.15.	Pruebas funcionales de QA.	13	Sprint 8
10.16.	Automatización de pruebas de QA.	8	Sprint 8
<b>E11. Dashboard Facturación y contratos</b>		<b>13</b>	
11.1.	El sistema permitirá consultar, visualizar, descargar y enviar manualmente al cliente la factura de los pedidos. Por default se cargarán los del mes, pero se puede cambiar el filtro de fechas.	2	Sprint 8
11.2.	El sistema generará automáticamente un contrato de alquiler para cada pedido, por lo tanto, será necesario contar con una pantalla de consulta de contratos, los cuales puede ser filtrados por fecha, nombre del cliente, tipo de contenedor, dirección, teléfono, correo electrónico.	1	Sprint 8
11.3.	El sistema permitirá visualizar una lista completa de contratos y tendrá además la opción de descargarlos y de enviarlos por correo electrónico al cliente.	2	Sprint 8
11.4.	Desarrollo de API facturación y contratos.	3	Sprint 8
11.5.	Pruebas funcionales de QA.	3	Sprint 8
11.6.	Automatización de pruebas de QA.	2	Sprint 8
<b>E12. Dashboard Cálculos diarios</b>		<b>21</b>	
12.1.	El sistema debe calcular el millaje recorrido por cada camión basado en los datos de millaje ingresados por el chofer y compararlo con la ruta trazada inicialmente, si hay discrepancias de más de 15 millas en esta comparación deberá emitir una notificación.	2	Sprint 8
12.2.	El sistema calculará el costo aproximado de combustible basado en el millaje recorrido y el precio actual del combustible, y lo comparará con la factura de combustible ingresada por el chofer, si hay discrepancias de más de \$10 el sistema emitirá una factura.	2	Sprint 8

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
12.3.	El sistema mostrará una pantalla de consulta de pago diario para cada chofer, donde se muestra el millaje ingresado por los choferes, el millaje calculado al trazar la ruta, los costos de combustible, los costos de vertedero y basado en estos datos calculará el pago correspondiente para el chofer.	3	Sprint 8
12.4.	El sistema mostrará el estado del pago del chofer (Realizado, Pendiente) y permitirá al personal administrativo cambiarlo de estado.	1	Sprint 8
12.5.	Desarrollo de API facturación y contratos.	5	Sprint 8
12.6.	Pruebas funcionales de QA.	5	Sprint 9
12.7.	Automatización de pruebas de QA.	3	Sprint 9
<b>E13. Dashboard Reportes</b>		<b>26</b>	
13.1.	El sistema debe implementar los siguientes reportes: Uso de contenedores, Horas laboradas, Millaje recorrido, Pedidos completados, Gastos Operativos con desglose de gastos de combustible, gastos de vertederos y pago a choferes, Tasa de expiración de tareas.	8	Sprint 9
13.2.	El sistema permitirá la descarga de estos reportes.	1	Sprint 9
13.3.	El sistema enviará semanalmente un informe que contiene el resumen de estos informes a los correos configurados.	1	Sprint 9
13.4.	Desarrollo de API de reportes	8	Sprint 9
13.5.	Pruebas funcionales de QA.	5	Sprint 9
13.6.	Automatización de pruebas de QA.	3	Sprint 9
<b>E14. Panel de Control</b>		<b>7</b>	
14.1.	Permite configurar la lista de correos para envío de informes.	1	Sprint 8
14.2.	Permite configurar la periodicidad de envío de informes.	1	Sprint 8
14.3.	Se podrá cambiar manualmente el precio promedio de la combustible, por default el sistema se conectará diariamente a un API de consulta de precio promedio.	2	Sprint 9
14.4.	Desarrollo de API de perfil de usuario (Back-End)	1	Sprint 8
14.5.	Pruebas funcionales de QA	1	Sprint 10
14.6.	Automatización de pruebas de QA.	1	Sprint 10

<b>Proyecto: Desarrollo del Sistema de rastreo y gestión de contenedores para la empresa Got Trash Dumpster Rental</b>		<b>Story points</b>	<b>Sprint</b>
<b>E15. Capacitación de usuarios</b>		<b>8</b>	
15.1.	Creación de manual de usuario	5	Sprint 10
15.2.	Taller de capacitación de usuarios	3	Sprint 10
<b>Total</b>		<b>503</b>	



## 8.8 Apéndice I: Plantilla de Seguimiento y Control

Métrica o indicador base	Valor
Costo base del producto (CBP)	\$67,030.96
Tamaño base total del producto (TBTP) en SP	503
Velocity base del equipo (VB)	55
Número de iteraciones (I)	10
Duración de iteración (DI)	2 semanas
Costo base por iteración (CBI)	\$7,055.89
Costo base del SP (CBSP)	\$133.26

Tabla de control y seguimiento de alcance, costo y tiempo												
#	Métrica o indicador	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8	Sprint 9	Sprint 10	Sprint 11
1	Duración del sprint en días hábiles (planeados)											
2	Duración del sprint en días hábiles (real)											
3	Velocity planeado para la iteración (VP)											
4	SP completados por iteración (SPC)											
5	Variación del Velocity (VV)											
6	Costo base por iteración (CBI)											
7	Costo real por iteración (CRI)											
8	Costo real por SP (CRSP)											
9	SP agregados al backlog (SPAB)											
10	Tamaño real del backlog Total (TRBT)											
11	SP restantes del backlog (SPRB)											
12	Variación del costo (CV) por iteración											
	<b>Variación de costo total</b>											\$0.00

Tabla de control y seguimiento calidad												
#	Métrica o indicador	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Sprint 7	Sprint 8	Sprint 9	Sprint 10	Sprint 11
13	Tasa Cobertura Pruebas Automatizadas (TCPA)											
14	Story Points Denegados (SPD)											

### 8.9 Apéndice J: Plantilla Informe de cierre

Informe de cierre del proyecto			
<b>Nombre del proyecto</b>			
<b>Patrocinador</b>	<b>Project Manager</b>	<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	<b>Fecha de fin del proyecto</b>
<b>Resumen del proyecto</b>			
<b>Roles y responsabilidades</b>			
Nombre	Rol	Responsabilidades	
<b>Alcance</b>			
Descripción del entregable	Planeado	Real	Comentarios
<b>Costos</b>			
Fase	Planeado	Real	Comentarios
<b>Tiempo</b>			
Hitos	Fecha planeada	Fecha real	Comentarios
<b>Lecciones aprendidas / Recomendaciones</b>			
<b>Aprobación</b>			
Nombre	Rol	Firma	Fecha



## Capítulo 9 Anexos

### 9.1 Anexo 1: Registro observaciones directas

<b>Fecha:</b> 9 de agosto 2024	<b>Hora de inicio:</b> 8:00 am
<b>Observador:</b> Laura Quesada	<b>Hora de final:</b> 5:00pm

<b>Aspectos por observar:</b>	<b>Registro de lo observado:</b>
- Forma en que se realiza la planificación logística de tareas al iniciar la jornada laboral.	El día comienza cuando la secretaria y el propietario hacen una recolección de información de contenedores que deben ser entregados y recolectados. No se lleva ningún registro de los pedidos, por lo tanto tienen que revisar los distintos canales de comunicación con los clientes: mensaje de texto, redes sociales, libro de notas de la secretaria.
- Manera en que son asignados los choferes a los camiones y como se asignan las tareas del día	Una vez que son revisados "todos" los supuestos contenedores por recolectar y entregar, el propietario procede a asignar de manera aleatoria los contenedores y los camiones a los distintos choferes.
- Proceso de registro de contenedores: ingreso de pedidos, rastreo de contenedores, asignación de contenedores, validación de existencias, liberación.	No se realiza un ingreso de pedidos en ningún tipo de herramienta, solo se apuntan en una libreta los que ingresan vía telefónica. Si un cliente quiere saber donde está el contenedor o si está por llegar o la hora de llegada el propietario o la secretaria llaman al chofer que "creen" que tiene asignado ese contenedor. Para asignar un contenedor a donde un cliente específico, el propietario solo se basa en el tipo de residuo pero no se realiza ningún tipo de validación de si hay contenedores de ese tipo disponible. Cuando un contenedor vuelve al plantel los mecánicos lo revisan pero no se realiza ningún tipo de control de cuales contenedores están en mantenimiento, revisión o liberados (listos para su uso).
- Proceso de entrega de contenedores y forma de trazar la ruta	Los choferes llegan al destino y algunas veces no tienen el número de teléfono o contacto del cliente, por lo tanto deben llamar al plantel para que le informen al cliente que ya llegaron. No se realiza ningún tipo de análisis de ruta, sino que de forma empírica los choferes o el propietario definen el orden de entrega o recolección.
- Proceso de cierre del día: revisión y conteo de contenedores, pago a choferes, revisión de millaje de camiones, cálculo de costos de combustible	Cuando los choferes vuelven al plantel con los contenedores, la asistente revisa el millaje, recolecta las facturas de vertederos y gasolina y realiza los cálculos. Posteriormente calcula el pago de cada chofer. Los contenedores y camiones pasan a revisión al sector de mecánica.
- Existencia de procesos no mencionados anteriormente.	Se detecta el proceso que realizan los mecánicos que pocas veces se había mencionado, donde los contenedores están fuera de servicio mientras son revisados y en mantenimiento.

**Otras anotaciones:**

Existen diferentes tipos de vertederos según el tipo de desecho y depende del contenedor y su tipo de desecho se debe pagar diferentes montos al vertedero.

En este día la demanda de contenedores no fue alta e incluso hubieron choferes osciosos.

<b>Fecha:</b> 30 de agosto 2024	<b>Hora de inicio:</b> 8:00 am
<b>Observador:</b> Laura Quesada	<b>Hora de final:</b> 5:00pm

<b>Aspectos por observar:</b>	<b>Registro de lo observado:</b>
- Forma en que se realiza la planificación logística de tareas al iniciar la jornada laboral.	Como este día se centra en la recolección de contenedores, la secretaria tiene noción de cuales son los contenedores por recolectar ese día ya que poco a poco ha empezado a usar una tabla (excel) donde anota donde fueron dejados los contenedores. Sin embargo se observa que falta datos que ayuden a la organización logística del día. Tienen que preguntar a algunos choferes si recuerdan donde habian entregado algunos de los contenedores. Una vez que se recolecta la información se procede a la asignación descrita en el siguiente punto.
- Manera en que son asignados los choferes a los camiones y como se asignan las tareas del día	En esta ocasión, como el jefe no está los choferes escogen por su cuenta cual camion van a utilizar.
- Proceso de registro de contenedores: ingreso de pedidos, rastreo de contenedores, asignación de contenedores, validación de existencias, liberación.	En este día solo se reciben 2 pedidos, los cuales fueron apuntados en la libreta de la secretaria y posteriormente configuró una alarma para recordar cuando sería la fecha de entrega. Sin embargo no realizó ningun tipo de verificación de disponibilidad ya que no cuenta con ningun mecanismo para preveer la disponibilidad futura de contenedores.
- Proceso de entrega de contenedores y forma de trazar la ruta	Los choferes se fueron con los camiones vacios y al preguntar cual era el mecanismo para saber la ruta óptima, solo respondieron que los iba a recolectar en el orden que la secretaria se los habia dado (no estaban ordenados con ningun criterio específico).
- Proceso de cierre del día: revisión y conteo de contenedores, pago a choferes, revisión de millaje de camiones, cálculo de costos de combustible	Cuando los choferes vuelven al plantel con los contenedores, la asistente revisa el millaje, recolecta las facturas de vertederos y gasolina y realiza los calculos. Posteriormente calcula el pago de cada chofer. Los contenedores y camiones pasan a revisión al sector de mecánica.
- Existencia de procesos no mencionados anteriormente.	La secretaria debe realizar diferentes procesos de facturación que incluyen solicitar cheques, revisar cuentas bancarias para validar el pago por transferencia, realizar llamadas telefónicas y además también debe preguntar al jefe y a los choferes si algun cliente pagó en efectivo e ingresar el dinero a la caja. También la secretaria llama a los clientes y les realiza un par de preguntas de satisfacción al cliente y 7 de los 10 clientes que se llamaron demuestran algún tipo de insatisfacción con el servicio brindado.

**Otras anotaciones:**

Se tiene la oportunidad de observar que ese día es la fecha límite para terminar un proyecto de mantenimiento de contenedores y camiones (inspección regulatoria de la ciudad) la cual esta comprendida en una de las operaciones periódicas que realiza la empresa y aún así no lograron cumplir con el plazo establecido por la ciudad y ahora según manifiestan el contador y el propietario, hará que se perciban perdidas por los camiones que no han pasado la inspección y que no pueden operar además se enfrentan al pago de una multa.

## 9.2 Anexo 2: Resultado de las entrevistas

### Entrevista al propietario

Fecha	27 agosto 2024
Nombre de la persona entrevistada	Eddy Quesada
Tipo de participante	Propietario
Nombre del entrevistador	Laura Quesada
Método de aplicación	Individual
Técnica de aplicación	Virtual

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cuáles son las necesidades operativas que busca solventar con el sistema? Mencione los procesos o el flujo operativo que pretende mejorar con el sistema	Poder gestionar los contenedores de manera eficiente, reduciendo la carga mental que tengo al gestionar la logística de manera informal, soy consciente que manejar el negocio de esta forma ocasiona que existan errores, especialmente asignando tareas a los choferes o también me he olvidado de contenedores o pierdo la dirección de los clientes. El proceso empieza cuando se recibe una solicitud de alquiler de un contenedor, luego hay que tomar manualmente los datos del cliente: dirección, fecha de inicio, fecha de fin, tipo de contenedor. Luego cada día se revisan los mensajes de texto o la agenda de la asistente, para validar donde se debe ir a dejar contenedores hoy, y se despachan los contenedores a las direcciones solicitadas y cuando los choferes vuelven a llegar al plantel se revisa cuáles son los contenedores que deben ser recolectados en el día y se les asignan a los choferes y se les manda la dirección de los contenedores que les corresponden. Luego los choferes llevan la basura al botadero y pagan el monto debido con su dinero. Al llegar me presentan facturas de lo gastado en los botaderos y gasolinera y la asistente les paga mediante cheque o transferencia bancaria. La asistente recolecta datos del millaje de los camiones para estimar si los costos de gasolina son congruentes.
2. ¿Cuáles considera que son los puntos críticos del flujo?	La entrega y recolección, saber cuáles son los contenedores que se deben entregar y recolectar cada día. También la asignación de contenedores y camiones a los choferes. En estos puntos es donde se dan más atrasos que hacen que las cosas no fluyan.
3. ¿Considera importante tener una interfaz para cada tipo de usuario? Por ejemplo, una para le permita a los choferes solo ver sus contenedores asignados pero que usted como administrador pueda ver todos los contenedores?	Si en realidad me vendría muy bien que cada uno de ellos tenga una "pantalla" personalizada. Pero si debería ser muy fácil de usar para los choferes porque no todos saben usar tecnología fácilmente.
4. ¿Qué es lo mínimo que debe hacer el sistema para que lo considere funcional?	Debe poder ingresar ordenes de contenedores y rastrear en tiempo real los contenedores y camiones. Ver lista de contenedores por recolectar y por entregar (fecha entrega, fecha de recolección, dirección, tipo de contenedor) Asignar contenedores y camiones a choferes. Tener una interfaz para el personal administrativo y una para el personal operativo.
5. ¿Cuáles funcionalidades considera que son secundarias?	Facturación y cobro para clientes, trazado de rutas de repartición, estadísticas, cálculo de millaje y combustible, funcionalidades para personal operativo, firma de contratos al entregar contenedores, ingreso de facturas para los choferes, estadísticas que sean útiles para la toma de decisiones, lista de contenedores disponibles y no disponibles. Y más adelante podría haber algun tipo de perfil para los mecánicos y que lleve un histórico de las reparaciones y el mantenimiento de contenedores y camiones.
6. ¿Cuáles de las funcionalidades considera que es la más importante? Priorice las primeras 3	Ingreso de órdenes. Ubicación de contenedores. Lista de contenedores por entregar y recolectar.
7. ¿Qué pasa con los contenedores que ya están vencido en días previos al actual?	Me gustaría que se les dé prioridad a los contenedores vencidos a la hora de mostrar la lista de contenedores por recolectar.
8. ¿Cuál propuesta le parece mejor: un software funcional al que se le vayan agregando funcionalidades poco a poco o prefiere recibir un producto completo?	Un software que solucione cuanto antes los puntos priorizados en la pregunta 6.
9. ¿En qué tipo de dispositivos debe funcionar el sistema?	En computadoras, Tablet y teléfono celular.
10. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación? (Ver Escala Likert #1)	Me considero en el número 4. En realidad, espero que la herramienta sea muy fácil de usar y muy intuitiva para todos, aunque sepan poco de tecnología.
11. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	Quisiera comunicarme directamente de forma verbal o por mensajes de texto. También tengo disponibilidad de asistir a reuniones o hacer videollamados.
12. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? (Ver Escala Likert #2)	Creo que escojo el #5. Quiero ser parte de la toma de decisiones y estar bastante informado. También deseo participar activamente como usuario dando feedback conforme se va desarrollando el sistema y haciendo pruebas de usuario.
13. ¿Cuáles es su principal objetivo con la realización de este proyecto?	Como usted sabe un 70% de los costos operativos se puede reducir, ya que ese 70% es debido a deficiencias que tenemos en el proceso operativo y logístico. Mi principal objetivo es que estos números sean reducidos cuanto antes porque esto son pérdidas que mi negocio no puede seguir soportando.
15. ¿Hay restricciones de tiempo?	entonces no necesito una fecha de culminación del proyecto, sino mas bien tener una version funcional cuanto antes. También para lograr esto a más tardar debemos empezar en febrero apenas el dinero se haya girado.
14. ¿Hay restricciones de costo?	El presupuesto máximo es del \$80.000 y es un monto fijo, no nos podemos exceder, si esta primera etapa se concluye y queda presupuesto, se usará en una segunda etapa.

### Entrevista a la asistente administrativa

<b>Fecha</b>	25 agosto 2024
<b>Nombre de la persona entrevistada</b>	Sol Castro.
<b>Tipo de participante</b>	Asistente administrativa
<b>Nombre del entrevistador</b>	Laura Quesada
<b>Método de aplicación</b>	Individual
<b>Técnica de aplicación</b>	Virtual

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
1. En sus funciones diarias, ¿cuáles son las actividades que resultan más complejas a nivel operativo/administrativo?	Calcular el millaje de los camiones y pagar a los choferes (validar que se les está pagando correctamente y que no están inflando costos).
2. ¿Qué debe hacer un sistema para que facilite sus labores diarias?	Calcular el millaje de los camiones y tener algún tipo de control para los gastos en los que incurren los choferes. Crear facturas y contratos para los clientes sería muy bueno. Que reporte cuales contenedores no están disponibles.
3. ¿Cuánto grado de familiaridad tiene con el uso de dispositivos móviles, computadoras y aplicaciones? (Ver Escala Likert #1)	4
4. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?	Si claro, en realidad lo que necesito es una herramienta sencilla.
5. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	Puedo estar para lo que necesiten, generalmente es más fácil por mensaje o por correo. También pueden llamarme o hacer reuniones virtuales.
6. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? (Ver Escala Likert #2)	4
7. ¿Cuáles considera usted que son los procesos operativos más ineficientes?	Siempre tenemos problemas de clientes quejándose porque los contenedores no fueron entregados o recolectados o no sabemos donde está un contenedor. También me parece a mi que hay muchos gastos que se hacen innecesariamente, especialmente por falta de planificación de las rutas, los choferes se van sin tener claridad en la ruta que deben hacer o hay problemas de comunicación con el jefe si tienen alguna duda en su ruta. Otro aspecto que creo es que no se tiene ningún tipo de estadística mensual de contenedores, o algún histórico entonces hay temporadas que nos toman por sorpresa con la demanda de contenedores y no tenemos choferes o contenedores disponibles.

## Entrevista al contador

<b>Fecha</b>	25 agosto 2024
<b>Nombre de la persona entrevistada</b>	Allan Mora.
<b>Tipo de participante</b>	Contador
<b>Nombre del entrevistador</b>	Laura Quesada
<b>Método de aplicación</b>	Individual
<b>Técnica de aplicación</b>	Virtual

Pregunta	Respuesta
1. En sus funciones diarias, ¿cuáles son las actividades que resultan más complejas a nivel operativo/administrativo?	Llevar contabilidad de los gastos de los choferes, muchas veces no tienen facturas. También a final de mes no siempre se tiene un control de cuantos contenedores fueron alquilados y tampoco si hubo pérdidas por contenedores osciosos esto representa gran dificultad a la hora de realizar mis cierres contables.
2. ¿Qué debe hacer un sistema para que facilite sus labores diarias?	Que resuma de alguna manera al menos la cantidad y el tipo de contenedores que fueron alquilados y con eso ya podría calcular los ingresos percibidos. También que de alguna forma pueda capturar los gastos que realizan los choferes. Además debería facilitar la labor de pago a los choferes porque para la asistente es casi imposible realizar calculos acertados y por lo tanto es para mi difícil realizar la contabilidad.
3. ¿Cuánto grado de familiaridad tiene con el uso de dispositivos móviles, computadoras y aplicaciones? (Ver Escala Likert #1)	5
4. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?	Si claro
5. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	Prefiero por correo electronico si hay documentación de por medio y sino puede ser videollamada o llamada normal.
6. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? (Ver Escala Likert #2)	3

## Entrevista al Chofer #1

<b>Fecha</b>	24 agosto 2024
<b>Nombre de la persona entrevistada</b>	Frank Rodríguez.
<b>Tipo de participante</b>	Chofer.
<b>Nombre del entrevistador</b>	Laura Quesada
<b>Método de aplicación</b>	Individual
<b>Técnica de aplicación</b>	Virtual

Pregunta	Respuesta
1. En sus funciones diarias, ¿cuáles son las actividades que resultan más complejas a nivel operativo/administrativo?	Saber cuáles contenedores debo recolectar o entregar y el orden en que debe hacerse. Muchas veces tenemos desorden porque no somos eficientes recolectando los contenedores o se nos olvida que hay algunos que deben ser recolectados y pueden pasar días donde el cliente hasta que llama y pregunta porque no lo hemos recolectado pero no se nos asignó nunca ese contenedor.
2. ¿Qué debe hacer un sistema para que facilite sus labores diarias?	Decirme cuales son los contenedores de los que debo hacerme cargo.
3. ¿Cuánto grado de familiaridad tiene con el uso de dispositivos móviles, computadoras y aplicaciones? (Ver Escala Likert #1)	4
4. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?	Si, se me hace fácil aprender a usar aplicaciones.
5. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	Por mensajes o llamadas.
6. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? (Ver Escala Likert #2)	2

## Entrevista al Chofer #2

<b>Fecha</b>	24 agosto 2024
<b>Nombre de la persona entrevistada</b>	José Tenorio.
<b>Tipo de participante</b>	Chofer.
<b>Nombre del entrevistador</b>	Laura Quesada
<b>Método de aplicación</b>	Individual
<b>Técnica de aplicación</b>	Virtual

Pregunta	Respuesta
1. En sus funciones diarias, ¿cuáles son las actividades que resultan más complejas a nivel operativo/administrativo?	Saber la ruta de recolección y a veces pierdo mucho tiempo buscando los vertederos cercanos que sean del tipo de basura que recogí. También creo que se trabaja de manera desorganizada la asignación de contenedores, por ejemplo, a veces me asignan un contenedor que le quedaría mejor a mi otro compañero recolectar porque le queda de camino. También algunas veces me asignan solo un contenedor a un camión que puede llevar dos contenedores. O a veces ocupamos un tipo de contenedor y cuando vamos a revisar al plantel no hay pero la asistente acepto el pedido y hay que empezar a buscar donde estan los contenedores de ese tipo e ir a traerlo para poder usarlo.
2. ¿Qué debe hacer un sistema para que facilite sus labores diarias?	Tal vez ayudar al jefe a asignarnos mejor los contenedores, es que él maneja toda la información en la cabeza y es mucho, entonces no se si tal vez pueda de alguna forma ayudarlo a organizar las cosas un poco más y con eso nosotros los choferes tendríamos el día mejor organizado. Y para mi creo que estaría bien algo que me diga las rutas y sería bueno que tenga como un mapa de vertederos. Otra cosa es que a veces el proceso de pago de nosotros los choferes se atrasa porque la asistente tarda uno o varios días haciendo los calculos de millaje y recolectando las facturas de nosotros entonces tal vez buscar una forma en que se pueda hacer más automático.
3. ¿Cuánto grado de familiaridad tiene con el uso de dispositivos móviles, computadoras y aplicaciones? (Ver Escala Likert #1)	4
4. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?	Si, me gusta la tecnología y como soy joven creo que las aprendo a usar rápido. Pero creo que para los choferes mas mayores debe ser muy facil de usar.
5. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	Si ocupara alguna información adicional puede ser de manera presencial cuando estoy en el plantel o también me puede llamar por teléfono. También puede ser videollamadas.
6. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? (Ver Escala Likert #2)	2

### Entrevista al Chofer #3

<b>Fecha</b>	7 de octubre
<b>Nombre de la persona entrevistada</b>	Rafael Bermúdez
<b>Tipo de participante</b>	Chofer.
<b>Nombre del entrevistador</b>	Laura Quesada
<b>Método de aplicación</b>	Individual
<b>Técnica de aplicación</b>	Virtual

Pregunta	Respuesta
1. En sus funciones diarias, ¿cuáles son las actividades que resultan más complejas a nivel operativo/administrativo?	Me cuesta mucho anotar todas las direcciones a las que tengo que ir a recolectar o entregar contenedores. A veces me pasa que voy a una dirección según yo a recolectar y era a entregar un contenedor y entonces pierdo el viaje. También me ha pasado que no me puedo comunicar con el jefe y tengo que ir hasta el plantel a que me diga cual es el siguiente contenedor. A veces se me pierden facturas y no puedo llegar solo a decirle a la asistente que gasté tanto si no recuerdo cuanto fue.
2. ¿Qué debe hacer un sistema para que facilite sus labores diarias?	Pues no lo sé exactamente pero tal vez como eso de que me dé la lista de direcciones y diga claramente si tengo que entregar o recolectar, y donde debo ir de primero y donde después.
3. ¿Cuánto grado de familiaridad tiene con el uso de dispositivos móviles, computadoras y aplicaciones? (Ver Escala Likert #1)	2
4. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?	A mi me cuesta un poco pero se que si me ayudan al principio y el sistema es fácil de usar, luego voy a poder dominarlo. Creo que debe tener letra grande para poder verlo mientras manejo.
5. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	Puede ser verbalmente en el plantel o por llamada.
6. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? (Ver Escala Likert #2)	1

### Entrevista al Chofer #3

<b>Fecha</b>	7 de octubre
<b>Nombre de la persona entrevistada</b>	Rafael Bermúdez
<b>Tipo de participante</b>	Chofer.
<b>Nombre del entrevistador</b>	Laura Quesada
<b>Método de aplicación</b>	Individual
<b>Técnica de aplicación</b>	Virtual

Pregunta	Respuesta
1. En sus funciones diarias, ¿cuáles son las actividades que resultan más complejas a nivel operativo/administrativo?	Me cuesta mucho anotar todas las direcciones a las que tengo que ir a recolectar o entregar contenedores. A veces me pasa que voy a una dirección según yo a recolectar y era a entregar un contenedor y entonces pierdo el viaje. También me ha pasado que no me puedo comunicar con el jefe y tengo que ir hasta el plantel a que me diga cual es el siguiente contenedor. A veces se me pierden facturas y no puedo llegar solo a decirle a la asistente que gasté tanto si no recuerdo cuanto fue.
2. ¿Qué debe hacer un sistema para que facilite sus labores diarias?	Pues no lo sé exactamente pero tal vez como eso de que me dé la lista de direcciones y diga claramente si tengo que entregar o recolectar, y donde debo ir de primero y donde después.
3. ¿Cuánto grado de familiaridad tiene con el uso de dispositivos móviles, computadoras y aplicaciones? (Ver Escala Likert #1)	2
4. ¿Considera que sus conocimientos tecnológicos le permiten utilizar una herramienta de software si recibe la adecuada capacitación?	A mi me cuesta un poco pero se que si me ayudan al principio y el sistema es fácil de usar, luego voy a poder dominarlo. Creo que debe tener letra grande para poder verlo mientras manejo.
5. ¿Qué forma de comunicación prefiere mantener con el equipo de desarrollo y el administrador del proyecto?	Puede ser verbalmente en el plantel o por llamada.
6. ¿Qué tan involucrado desea estar durante el desarrollo del proyecto? (Ver Escala Likert #2)	1