



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL**

CARRERA DE SOFTWARE

Tema:

**SISTEMA PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PROCESOS DE
ABASTECIMIENTO EN CIAUTO**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero de Software

ÁREA: Desarrollo de Software

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Software, Tecnologías de la
Información y Ciencia de Datos

AUTOR: Alex Santiago Lizano Muñoz

TUTOR: Ing. Dennis Vinicio Chicaiza Castillo, Mg.

Ambato - Ecuador

julio - 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: SISTEMA PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN CIAUTO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Alex Santiago Lizano Muñoz, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, julio 2026.

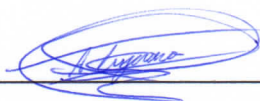
Ing. Dennis Vinicio Chicaiza Castillo, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: SISTEMA PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN CIAUTO es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2026.



Alex Santiago Lizano Muñoz

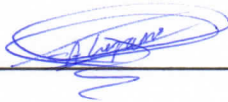
C.C. 1850464338

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, julio 2026.



Alex Santiago Lizano Muñoz

C.C. 1850464338

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Alex Santiago Lizano Muñoz, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado SISTEMA PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN CIAUTO, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2026.

Ing. Mg. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Paulo César Torres Abril Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto, en primer lugar, a mi madre, por su apoyo incondicional, por ser el pilar que me sostuvo en todo momento, por su paciencia y por su guía a lo largo de este camino.

A mi padre, por ser un ejemplo de perseverancia y esfuerzo para mí, así como por sus sabios consejos y respaldo constante.

Finalmente, a mis hermanos, por su compañía entrañable a lo largo de esta etapa y por ser mi motivación en los momentos de mayor exigencia.

Por lo mismo, me gustaría dedicar este proyecto a todos ellos, por ser mi mayor fuente de inspiración y apoyo, y por haberme brindado el amor y la fortaleza necesarios para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los que formaron parte de mi formación académica y que hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

Extiendo mi gratitud a la Universidad Técnica de Ambato, por brindarme la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa institución y por sus enseñanzas. Extiendo un agradecimiento especial al Ing. Dennis Vinicio Chicaiza Castillo, Mg., por su valiosa guía como tutor, su paciencia y su constante ayuda a lo largo del proyecto.

De la misma manera, agradezco a las empresas Ambacar y Ciauto, así como a su personal, por su disposición, la confianza depositada y por permitirme desarrollar este proyecto junto a ellos.

Finalmente, agradezco a mis amigos que conocí durante esta etapa, por su constante apoyo y afecto, y por haberme permitido disfrutar de grandes momentos en esta etapa de mi vida.

ÍNDICE

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT	xvii
1 CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Antecedentes investigativos	2
1.3 Fundamentación teórica	5
1.3.1 Plataformas digitales y gestión de la información	5
1.3.2 Trazabilidad digital y eficiencia operativa	6
1.3.3 Enfoques tecnológicos para la mejora de procesos productivos	6
1.3.4 Metodologías ágiles	7

1.3.5	Aplicaciones web	8
1.3.6	Frameworks de desarrollo	8
1.3.7	Diagramación BPMN	9
1.3.8	Arquitectura Basada en Servicios	9
1.3.9	Patrón CQRS	10
1.3.10	Analítica descriptiva	10
1.4	Objetivos	11
1.4.1	Objetivo general	11
1.4.2	Objetivos específicos	11
2	CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	13
2.1	Materiales	13
2.1.1	Entrevista	13
2.1.2	Encuesta	13
2.2	Métodos	14
2.2.1	Modalidad de investigación	14
2.2.2	Población y muestra	15
2.2.3	Recolección de información	15
2.2.4	Procesamiento y análisis de datos	24
3	CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1	Análisis de procesos y riesgos	26
3.1.1	Procesos actuales	26
3.1.2	Matriz de riesgos	30
3.2	Metodología de desarrollo	32
3.3	Implementación del software	34
3.3.1	Análisis de requerimientos	35
3.3.2	Selección del stack tecnológico	37
3.3.3	Diseño	45
3.3.4	Desarrollo	57
3.3.5	Pruebas	78
3.3.6	Recolección de métricas de validación	79
3.4	Resultados	81

3.4.1	Procesos y vulnerabilidades	82
3.4.2	Implementación del sistema	83
3.4.3	Mejora de eficiencia en la estación	84
4	CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
4.1	Conclusiones	89
4.2	Recomendaciones	90
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Escala de Likert utilizada en la encuesta	13
Tabla 2	Distribución de la población del área de abastecimiento	15
Tabla 3	Matriz de validación de la entrevista mediante prueba piloto.	16
Tabla 4	Tabulación de la entrevista semiestructurada	16
Tabla 5	Criterios de evaluación para la Matriz de Riesgos	30
Tabla 6	Matriz de Riesgos	31
Tabla 7	Comparativa de metodologías ágiles	32
Tabla 8	Requerimientos funcionales identificados	35
Tabla 9	Requerimientos no funcionales	36
Tabla 10	Comparativa de motores de base de datos	38
Tabla 11	Comparativa de frameworks de desarrollo backend	40
Tabla 12	Comparativa de frameworks de desarrollo frontend	43
Tabla 13	Asignación de colores por Épica para el Tablero Kanban.	59
Tabla 14	Tiempos recolectados para los procesos documentales del escenario 1.	80
Tabla 15	Tiempos recolectados de tareas administrativas del escenario 2.	81
Tabla 16	Nivel de riesgo cuantificado para los riesgos identificados.	82
Tabla 17	Cobertura de riesgos por requerimientos	83
Tabla 18	Resultados de pruebas funcionales	83
Tabla 19	Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 1.	84
Tabla 20	Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 2.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Validación de la encuesta mediante el coeficiente Alfa de Cronbach.	18
Figura 2	Recolección de datos del ítem 2 de la encuesta.	19
Figura 3	Recolección de datos del ítem 3 de la encuesta.	19
Figura 4	Recolección de datos del ítem 4 de la encuesta.	20
Figura 5	Recolección de datos del ítem 5 de la encuesta.	20
Figura 6	Recolección de datos del ítem 6 de la encuesta.	21
Figura 7	Recolección de datos del ítem 7 de la encuesta.	21
Figura 8	Recolección de datos del ítem 8 de la encuesta.	22
Figura 9	Recolección de datos del ítem 9 de la encuesta.	22
Figura 10	Recolección de datos del ítem 10 de la encuesta.	23
Figura 11	Recolección de datos del ítem 11 de la encuesta.	23
Figura 12	Diagrama del proceso de recepción y preapertura.	27
Figura 13	Diagrama del proceso de apertura.	28
Figura 14	Diagrama del proceso de gestión de producto no conforme.	28
Figura 15	Diagrama del proceso de abastecimiento.	29
Figura 16	Diagrama del proceso general de la estación de abastecimiento.	29
Figura 17	Mapa de calor de riesgos identificados	31
Figura 18	Arquitectura lógica del sistema propuesto.	45
Figura 19	Diagrama entidad-relación de la base de datos.	47
Figura 20	Diagrama de arquitectura limpia utilizada en el backend.	49
Figura 21	Representación gráfica de la arquitectura limpia del backend.	50
Figura 22	Mockup pantalla de inicio de sesión.	51
Figura 23	Mockup de pantalla de panel de control.	52
Figura 24	Mockup de pantalla de usuarios.	52
Figura 25	Mockup de creación de usuarios.	53
Figura 26	Mockup de pantalla de carga de archivo de Lote.	53
Figura 27	Mockup 1 de pantalla de generación de formatos.	54
Figura 28	Mockup 2 de pantalla de generación de formatos	54
Figura 29	Mockup de pantalla de preapertura de contenedores.	55

Figura 30	Mockup de interfaz de apertura de cajas.	55
Figura 31	Mockup de pantalla de catálogo de componentes	56
Figura 32	Mockup del formulario de creación de componentes.	56
Figura 33	Mockup de pantalla de abastecimiento de componentes.	57
Figura 34	Tablero Kanban inicial.	58
Figura 35	Tablero Kanban inicial (continuación).	59
Figura 36	Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la épica 1.	60
Figura 37	Avance épica 1: Inicio de sesión.	61
Figura 38	Avance épica 1: Gestión de usuarios.	61
Figura 39	Avance épica 1: Creación de usuarios.	62
Figura 40	Avance épica 1: Catálogo de componentes.	62
Figura 41	Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la épica 2.	63
Figura 42	Avance épica 2: Carga de lote.	63
Figura 43	Avance épica 3: Generación de formatos.	64
Figura 44	Avance épica 2: Descarga de contenedores.	64
Figura 45	Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la épica 3.	65
Figura 46	Avance épica 3: Selección de equipos y apertura de cajas.	65
Figura 47	Avance épica 4: Resolución de producto no conforme.	66
Figura 48	Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la épica 5.	66
Figura 49	Avance épica 6: Panel de control (Dashboard).	67
Figura 50	Tablero Kanban final con tareas finalizadas.	68
Figura 51	Representación gráfica de la arquitectura limpia del backend.	69
Figura 52	Estructura de la capa de Dominio.	70
Figura 53	Estructura de la capa de Aplicación.	71
Figura 54	Estructura de la capa de Infraestructura.	72
Figura 55	Estructura de la capa de Presentación.	73
Figura 56	Comando de Scaffolding para generar el contexto y entidades de la base de datos.	74
Figura 57	Organización de carpetas del frontend.	75
Figura 58	Dashboard con las métricas de análisis descriptivo.	78
Figura 59	Comparación de tiempos del escenario 1.	85
Figura 60	Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 1.	85

Figura 61	Comparación de tiempos del escenario 2.	86
Figura 62	Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 2.	87

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Cuestionario de entrevista para la recolección de información	97
Anexo B: Cuestionario de encuesta para la recolección de información	98
Anexo C: Historias de usuario	100
Anexo D: Guion de pruebas	118

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto plantea el desarrollo de un sistema para el registro y control de procesos en CIAUTO Cía. Ltda. La necesidad surge de las dificultades identificadas en la estación de abastecimiento, responsable del desembarque y asignación de lotes vehiculares, donde el uso de registros físicos y la transcripción manual de información ocasionaban duplicidad de tareas, excesiva carga administrativa y riesgos asociados a la dispersión de datos, dificultando la disponibilidad y trazabilidad de información.

La metodología combinó una investigación aplicada y de campo, adoptando un enfoque cualitativo mediante una entrevista, y un enfoque cuantitativo a través de una encuesta al personal para su posterior análisis. Asimismo, se emplearon diagramas BPMN y matrices de riesgos para diagnosticar y modelar procesos.

Para resolver esta problemática, se construyó la solución tecnológica utilizando un stack compuesto por PostgreSQL, ASP.NET Core y Angular, bajo los principios de Arquitectura Limpia y el patrón CQRS. El sistema permitió centralizar la información, digitalizar el registro de actividades y automatizar la generación de formatos, e incluyó un panel de control para la visualización de indicadores clave sobre el estado de contenedores, progreso de apertura, seguimiento de novedades, progreso del abastecimiento y rendimiento de operarios, optimizando la toma de decisiones.

Como resultado, la implementación del sistema redujo los tiempos en relación con el modelo manual en un 57,04 por ciento en el área operativa y del 83,1 por ciento en la administrativa, logrando una reducción de errores humanos y una reducción de la carga administrativa innecesaria.

Palabras clave: Ciauto, trazabilidad, Kanban, PostgreSQL, ASP.NET Core

ABSTRACT

This project proposes the development of a system for the registration and control of processes at CIAUTO Cía. Ltda. The need arose from difficulties identified at the supply station, responsible for unloading and assigning vehicle lots, where the use of physical records and manual transcription of information resulted in duplication of tasks, an excessive administrative burden, and risks associated with data dispersion, hindering the availability and traceability of information.

The methodology combined applied and field research, adopting a qualitative approach through interviews and a quantitative approach through a staff survey for subsequent analysis. BPMN diagrams and risk matrices were also used to diagnose and model processes.

To address this problem, the technological solution was built using a stack composed of PostgreSQL, ASP.NET Core, and Angular, based on the principles of Clean Architecture and the CQRS pattern. The system centralized information, digitized activity logs, and automated form generation. It included a control panel for viewing key indicators such as container status, opening progress, tracking of new developments, supply progress, and operator performance, thus optimizing decision-making.

As a result, the system's implementation reduced processing times by 57,04 percent in operations and 83,1 percent in administration compared to the manual model, achieving a reduction in human error and unnecessary administrative burden.

Keywords: Ciauto, traceability, Kanban, PostgreSQL, ASP.NET Core

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

SISTEMA PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN CIAUTO

1.1.1 Planteamiento del problema

La gestión de suministros en el entorno empresarial se ha convertido en un factor estratégico para la sostenibilidad de las organizaciones. Estudios como [1] evidencian que la falta de sincronización entre el flujo de materiales y de información puede generar distorsiones en la toma de decisiones.

Las deficiencias en el control de información de procesos manuales pueden provocar incrementos injustificados del inventario promedio, lo que indica que el uso de sistemas manuales en áreas de suministro puede generar ineficiencias operativas [1]. Adicionalmente, el uso de sistemas tradicionales que operan bajo esquemas aislados ocasiona deficiencias en la interoperabilidad y control de los procesos, afectando la eficiencia operativa y la toma de decisiones [2].

En Ecuador, la resistencia al cambio tecnológico y la limitada capacitación técnica afectan al sector empresarial, evidenciándose en 2022 una disminución de la productividad debido a deficiencias en procesos logísticos y a la ausencia de herramientas digitales que permitan analizar datos operativos [3].

En la empresa CIAUTO Cía. Ltda., la problemática se manifiesta en el área de abastecimiento, responsable del desembarque de lotes vehiculares (mediante Completely Knocked Down), así como su asignación hacia las estaciones posteriores de trabajo. Actualmente, los registros asociados a dichas actividades se realizan de forma manual mediante hojas y se migran a hojas de cálculo.

La gestión documental actual de la estación dificulta la trazabilidad de la información, incrementando el riesgo de errores humanos, impidiendo contar con indicadores que permitan evaluar el desempeño de la estación. Asimismo, el flujo actual genera una marcada ineficiencia en la gestión administrativa del área, obligando a los responsables a dedicar tiempos considerables en la elaboración manual de formatos esenciales y la transcripción de información.

Ante esta situación, surge la siguiente incógnita: ¿Qué impacto tendría en la gestión administrativa y operativa de la estación de abastecimiento de la empresa CIAUTO Cía. Ltda., la no implementación de una solución, considerando que la persistencia de registros manuales podría generar errores y degradar la eficiencia de la estación de abastecimiento?

1.2 Antecedentes investigativos

En este apartado se describen investigaciones previas que abarcan problemáticas similares a la expuesta, permitiendo sustentar teórica y metodológicamente el desarrollo del proyecto. En esta sección se abarcan estudios realizados a partir de 2020 que han sido extraídos de bases de datos científicas como IEEE Xplore, Wiley, MDPI y Springer.

En [4] R. Hussmadin y colaboradores señalan que la recopilación y el ingreso de datos en formatos físicos, seguido de su reingreso manual en sistemas computacionales, genera documentación ambigua, propensa a errores y redundante. Para mitigar esos problemas, los autores desarrollaron un sistema DQCS integrado por una aplicación web y móvil, automatizando procesos como la asignación de metadatos de fotografías, el registro de inspecciones, la identificación de usuarios y la actualización del estado de tareas. Su implementación logró reducir los tiempos de preparación del control de calidad en un 70 % y disminuir la carga operativa de los usuarios y el tiempo invertido en documentación entre un 80 % y 90 % al eliminar la doble transcripción de datos, además de optimizar la búsqueda de información histórica en un 80 %.

En [5] M. Khan y colaboradores evalúan cómo la implementación de plataformas digitales y la trazabilidad optimizan el control de inventarios y la fluidez de la infor-

mación, indicando que los modelos convencionales de almacenamiento enfrentan problemas críticos, como el desperdicio de tiempo y recursos, debido a la falta de sistemas transparentes y a la gestión manual de los datos. Para ello, utilizaron el software SmartPLS3 sobre una muestra de 410 profesionales en la cadena de suministro. Su análisis demostró que la implementación de tecnologías de trazabilidad influye de manera determinante en la trazabilidad operativa ($T=5.346$, $P=0.00$) y en la transparencia de los procesos ($T=4.082$, $P=0.00$), confirmando que la trazabilidad es un factor clave para mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios ($T=27.239$, $P=0.00$).

En [6], M. T. Sembiring y colaboradores exponen que el uso de un sistema de programación manual en una empresa de fabricación de cartón en Indonesia genera una asignación ineficiente de la flota de transporte generando demoras e incrementando los costos operativos y la acumulación de inventario. Los autores desarrollaron un modelo de optimización de asignación de entregas basado en algoritmos genéticos que fue puesto a prueba en un escenario que abarcaba 35 ubicaciones de clientes y una demanda total de 217,316 kg distribuidos en 81 rutas, logrando una mejora notable en la utilización de una flota heterogénea (del 75 % al 100 %) y un aumento en el cumplimiento de las solicitudes de entrega a tiempo (del 40 % al 100 %).

En [7], G. Fortuna y P. D. Gaspar exponen la importancia de la trazabilidad en la industria para mejorar el flujo de la información, reducir errores y aumentar la eficiencia de producción frente a los desafíos de los métodos de recolección de datos manuales, indicando que dichos métodos son propensos a errores y retrasos (un error por cada 300 caracteres). Los autores proponen la implementación de un sistema de trazabilidad basado en tecnologías de identificación automática y captura de datos. Su caso de estudio fue aplicado a una empresa manufacturera de piezas metálicas utilizando un modelo de implementación de siete etapas junto con estrategias de mejora continua sobre un lote de 600 piezas de un componente de latón, consiguiendo reducir el tiempo de producción de 63.73 horas a 63.38 horas, representando un ahorro de 0.35 horas, y aumentando el rendimiento general del 98.6 % al 99.1 %, logrando un incremento en la producción manual de 1581 a 1590 unidades.

En [8], C. U. Betrand y colaboradores destacan que la gestión logística es crucial en

la cadena de suministro, donde la visibilidad y el rastreo de envíos son fundamentales para reducir los gastos operativos y mejorar la satisfacción del cliente. El estudio propone el desarrollo de un Sistema de Información Logística (LIS) basado en la web que funcione como el sistema nervioso central de las operaciones, permitiendo a los usuarios detectar fácilmente el estado y la ubicación exacta de los bienes en cualquier instante. La implementación del proyecto logró satisfacer las demandas de visibilidad en tiempo real, optimización de rutas y la visualización de operaciones a través de paneles de control intuitivos.

Los autores de [9] detallan que los métodos de consulta tradicionales se vuelven lentos e insuficientes para la toma de decisiones en la gestión de la cadena de suministro de fabricación y ensamblaje. El estudio propone un sistema de trazabilidad basada en tecnología blockchain con una arquitectura multicadena, donde las pruebas de rendimiento fueron ejecutadas sobre la plataforma Hyperledger Fabric v2.4.9, logrando mediante pruebas de estrés sobre una longitud de 300 bloques una reducción de tiempos en promedio de 42.3 milisegundos en el modelo tradicional a 19.5 milisegundos en el método propuesto, representando una mejora en la eficiencia de las consultas superior al 50 %, además de garantizar la integridad de forma más rápida y segura.

En [10], M. Kuhn y J. Franke exponen que las soluciones de trazabilidad monolíticas presentan limitaciones significativas en cuanto a escalabilidad y configuración, lo que dificulta la gestión de datos complejos en flujos productivos distribuidos. Como solución, el estudio propone una arquitectura de sistema de información de trazabilidad basada en eventos, donde las funcionalidades críticas se proveen a través de una arquitectura de microservicios. Este enfoque permite superar los fallos de las arquitecturas tradicionales al ofrecer un diseño de datos de fabricación escalable y configurable. El sistema mejora la utilización de la información en entornos industriales complejos, garantizando que los datos de trazabilidad sean procesables y accesibles mediante la visualización de datos a través de paneles de control.

E. Moretti y colaboradores abordan en [11] el problema de alimentación de la línea de ensamblaje para suministrar piezas a estaciones de trabajo en líneas de ensamblaje de modelos mixtos. Los autores proponen un enfoque combinado que integra opti-

mización y Machine Learning bajo el método de aprendizaje de extremo a extremo, usando el modelo entrenado para establecer reglas de clasificación sencillas que permiten predecir y asignar automáticamente la política de alimentación para todas las piezas restantes y futuras. El modelo fue validado utilizando datos de una fábrica europea de camiones de carga, abarcando un total de 8,905 piezas distribuidas en 5 líneas de ensamblaje. Los resultados arrojaron una precisión inicial del 83.1 %, y permitieron demostrar que al reducir los parámetros de análisis de 8 a 5 atributos, el esfuerzo de recolección de datos en la planta disminuyó un 37.5 %, mientras que los costos operativos solo sufrieron un incremento marginal del 1.8 %.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Plataformas digitales y gestión de la información

La gestión documental se define como el control estratégico de la información desde su creación hasta su disposición final, respetando el ciclo de vida de los documentos para asegurar transparencia y eficiencia operativa. Un sistema efectivo trasciende el simple almacenamiento, funcionando como un contenedor dinámico que organiza datos de múltiples fuentes para facilitar la toma de decisiones y el cumplimiento de normativas institucionales [12].

En este contexto, las plataformas digitales actúan como catalizadores de la productividad, eliminando las limitaciones de sistemas tradicionales como el uso de papel. La implementación de tecnologías como sistemas en la nube o herramientas de gestión electrónica permite optimizar tiempos de respuesta, mejorar la trazabilidad de la información y reducir costos, garantizando un acceso rápido y seguro a los recursos críticos de la organización [12].

1.3.2 Trazabilidad digital y eficiencia operativa

La trazabilidad digital se define como un sistema inmutable y descentralizado que registra transacciones garantizando la integridad de los datos y el acceso verificable. Esta capacidad permite un seguimiento de mercancías críticas, asegurando su autenticidad y calidad durante todo el proceso logístico. Al eliminar las asimetrías de información y garantizar el acceso a datos actualizados, permite que sea una barrera robusta contra fraudes, falsificaciones y desvíos de mercancía [13].

Por otro lado, la eficiencia operativa se potencia mediante la automatización de procesos, disminuyendo los costos administrativos asociados a la gestión manual y la documentación física. La integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) permite el monitoreo y la optimización dinámica de rutas de distribución. Esto no solo reduce tiempos de respuesta y minimiza ineficiencias operativas, sino que también fortalece la capacidad de resiliencia de cadenas ante disrupciones y promueve modelos de planificación más sostenibles [13].

1.3.3 Enfoques tecnológicos para la mejora de procesos productivos

La Industria 4.0 promueve la digitalización integral de la cadena de valor para alcanzar niveles superiores de eficiencia operativa. En el sector manufacturero, se ha identificado una correlación positiva entre la adopción de nuevas tecnologías y la optimización de los procesos empresariales. La inversión en innovación permite automatizar tareas críticas, facilitando el procesamiento avanzado de datos y sustituyendo trabajos manuales repetitivos para mejorar sustancialmente los tiempos y la calidad de la producción [14].

Para maximizar estos resultados, es esencial integrar sistemas de trazabilidad digital con plataformas de gestión de información centralizadas. Mientras que las herramientas digitales optimizan la administración documental, la implementación de arquitecturas de datos seguras garantiza la integridad de la información y la transparencia en

cada transacción. Finalmente, la convergencia de herramientas de monitoreo constante y análisis predictivo permite una gestión en tiempo real, logrando procesos productivos más resilientes frente a disrupciones y ambientalmente sostenibles [12], [13].

1.3.4 Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles constituyen enfoques de desarrollo diseñadas específicamente para responder con eficacia a entornos dinámicos donde los requisitos son altamente volátiles. A diferencia de los modelos tradicionales basados en una planificación rígida, el enfoque ágil se fundamenta en los principios del Manifiesto Ágil, priorizando la importancia de los individuos y la entrega continua [15].

Adicionalmente, constituyen un enfoque esencial en la ingeniería de software actual, destacando por su alta efectividad en proyectos que se desarrollan bajo entornos cambiantes, fundamentándose en su capacidad para optimizar los procesos de desarrollo, permitiendo reducir los tiempos de entrega sin descuidar ni comprometer la calidad del producto final. Asimismo, estas metodologías deben concebirse como marcos de trabajo adaptables y flexibles que las organizaciones pueden moldear para responder eficientemente a las necesidades específicas de cada proyecto y mitigar el riesgo de procesos ineficientes [16].

Algunas de las metodologías ágiles más utilizadas en el entorno empresarial son Scrum, Kanban y Extreme Programming (XP). Scrum opera como una metodología que estructura la gestión y organización del proyecto a través de roles predefinidos y ciclos de tiempo fijos denominados Sprints. Por su parte, Kanban se presenta como un enfoque menos rígido y continuo, enfocado en la optimización y visualización del flujo de trabajo diario mediante tableros y la limitación del trabajo en progreso (WIP) para reducir tiempos y mitigar excesos. Finalmente, XP se orienta de forma directa a la excelencia técnica y las prácticas de codificación, asegurando la máxima calidad del software mediante dinámicas rigurosas como la refactorización constante y un flujo continuo de pruebas unitarias y de aceptación [16], [17].

1.3.5 Aplicaciones web

El desarrollo de aplicaciones web permite a las empresas enfrentar desafíos de competitividad mediante la automatización de tareas y la colaboración en tiempo real. La implementación de estas tecnologías es un factor crítico para la transformación digital, permitiendo a las organizaciones mantener un control preciso sobre sus recursos y procesos [18].

Los sistemas web impactan positivamente el desempeño organizacional al centralizar el acceso a la información y facilitar la coordinación entre departamentos. El uso de estas herramientas puede reducir entre un 20 % y un 50 % los costos operativos al optimizar el manejo de datos y la cadena de suministro. Para garantizar su efectividad, estas aplicaciones deben cumplir con altos estándares de calidad en funcionalidad, usabilidad y diseño, asegurando una experiencia de usuario que agilice la toma de decisiones [18].

1.3.6 Frameworks de desarrollo

De acuerdo con [19], un framework es una composición tecnológica estructurada que utiliza una base preconstruida y configurable. El propósito central de los frameworks es permitir al desarrollador acelerar y facilitar el proceso de construcción de software mediante un conjunto de herramientas estandarizadas que promueven la reutilización de código y la organización eficiente de módulos concretos, actuando como un molde que agiliza y facilita el desarrollo de proyectos complejos.

La adopción de estas tecnologías se ha vuelto indispensable debido a las complejidades del entorno digital actual. Para satisfacer las altas expectativas de los usuarios actuales, los frameworks incorporan funcionalidades previamente desarrolladas y probadas que previenen la adopción de malas prácticas de programación. Los frameworks también incorporan patrones de diseño que garantizan la creación de sistemas robustos y mantenibles que garantizan la entrega de un producto final de calidad [20].

1.3.7 Diagramación BPMN

Business Process Modeling Notation (BPMN) es un estándar diseñado para proporcionar una notación gráfica fácilmente comprensible que busca traducir necesidades lógicas y estratégicas en requerimientos concretos. Su objetivo principal es crear diagramas formales e intuitivos para representar secuencialmente actividades, comprendiendo el flujo de control y las decisiones operativas que componen un sistema [21], [22].

BPMN resulta una herramienta ideal para el levantamiento de información y el diagnóstico de procesos actuales en una organización debido a su flexibilidad metodológica que permite documentar procesos internos desde una perspectiva global. Asimismo, el uso de elementos de partición geométrica permite delimitar roles, permitiendo identificar visualmente las interacciones entre los actores en cada fase operativa [21], estructurando el flujo y garantizando una comprensión clara de la realidad operativa antes de proponer e implementar cualquier solución de software [22].

1.3.8 Arquitectura Basada en Servicios

La Arquitectura Basada en Servicios (SBA) está diseñada para superar las limitaciones de los sistemas monolíticos y tradicionales. En este modelo, las aplicaciones no se construyen como un bloque único, sino mediante el ensamblaje de unidades atómicas de funcionalidad de negocio, las cuales operan bajo un principio de bajo acoplamiento [23]. Esta estructura garantiza que la interfaz de usuario, la lógica de negocio y el acceso a los datos se mantengan estrictamente independientes, lo que permite desarrollar sistemas mucho más ágiles, reutilizables y adaptables a los cambios tecnológicos [23].

Este enfoque está altamente probado para maximizar la escalabilidad y la mantenibilidad en sistemas de producción [24]. Los proveedores actúan como SERVICIOS independientes que exponen lógica reutilizable sin mantener dependencias directas de código entre sí. Por su parte, la capa de presentación asume el rol de orquestador,

consumiendo y combinando estos servicios para cumplir con las peticiones del usuario [24]. Al garantizar esta autonomía, se asegura que las modificaciones o actualizaciones en un servicio específico no comprometan la estabilidad del resto del sistema, logrando un ecosistema de desarrollo limpio y seguro [23], [24].

1.3.9 Patrón CQRS

CQRS (Command Query Responsibility Segregation) es un patrón de arquitectura que surge como una evolución del principio de Separación de Comandos y Consultas (CQS) propuesto en 1990 [25]. A diferencia de los enfoques tradicionales que utilizan un modelo de objetos único para todas las transacciones, generando cuellos de botella, problemas de concurrencia y dificultando el mantenimiento de los sistemas, CQRS propone desacoplar estrictamente estas operaciones. Su estructura propone que los Comandos se encarguen de encapsular la intención de modificar o mutar el estado de la aplicación, mientras que las Consultas se dedican exclusivamente a la recuperación y lectura de datos sin alterar el sistema, permitiendo que los componentes de software sean más modulares y fáciles de gestionar [25], [26].

La adopción de CQRS brinda la flexibilidad de optimizar los modelos de lectura y escritura de forma independiente, garantizando consistencia y control transaccional en la escritura, mientras se maximiza la velocidad en la lectura. Esto permite aplicar los beneficios organizacionales de CQRS, mitigando la sobrecarga operativa y los costos adicionales de infraestructura [26].

1.3.10 Analítica descriptiva

La analítica descriptiva constituye un pilar fundamental del procesamiento de datos en las organizaciones modernas, teniendo como propósito transformar extensos volúmenes de registros transaccionales e históricos en información estructurada y procesable. Estudios recientes en el ámbito operativo demuestran que su verdadero valor se puede obtener al integrarla mediante tableros de control visuales (dashboards) enfocados en Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs). Estos paneles actúan como un disposi-

tivo de monitoreo continuo que permite a la gerencia de las organizaciones evaluar de forma inmediata el impacto de diferentes decisiones y estrategias, asegurando que la administración de sistemas operativos se fundamente en métricas cuantitativas fiables [27].

En contextos altamente dinámicos, como la gestión logística y el control de flujos continuos, la visualización del análisis descriptivo resulta indispensable para la toma de decisiones basada en evidencia, buscando resaltar exclusivamente los puntos de datos más críticos, aislando la información valiosa del ruido inherente a las bases de datos transaccionales. Al proyectar métricas operativas de forma clara y directa, los usuarios pueden identificar cuellos de botella estructurales y reaccionar ante incidencias con un alto nivel de precisión [28].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema para la estación de abastecimiento de CIAUTO Cía. Ltda. que permita gestionar la información operativa, incorporando análisis de datos para la generación de indicadores que contribuyan a mejorar la eficiencia de la estación, evaluando la reducción de tiempos en los procesos de la estación durante el periodo académico Enero 2026 - Junio 2026.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar los procesos de registro y control informacional en la estación de abastecimiento, identificando las principales deficiencias asociadas al manejo manual de la información.
- Implementar el sistema para la gestión de registros operativos de la estación de abastecimiento definiendo las herramientas necesarias para su correcto funcio-

namiento.

- Validar la implementación del sistema mediante la recolección y evaluación de factores medibles en los procesos internos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para la recopilación de datos se aplicaron dos importantes instrumentos: una entrevista semiestructurada y una encuesta, orientados a obtener una visión integral de los procesos de la estación de abastecimiento de la empresa.

2.1.1 Entrevista

Se llevó a cabo una entrevista semiestructurada de modalidad presencial con la coordinadora de la estación de abastecimiento de CIAUTO. El instrumento permitió profundizar en el flujo de trabajo actual e identificar requisitos funcionales críticos para el sistema. El guion de la entrevista se detalla en el Anexo A.

2.1.2 Encuesta

Se diseñó una encuesta dirigida a toda la población objetivo de la investigación. El instrumento constó de 12 reactivos, de los cuales, el primer ítem cualitativo presentó una pregunta de apertura, seguido de 10 ítems bajo una escala de Likert de 5 niveles (presentada en la Tabla 1) y, finalmente, una pregunta abierta para sugerencias. El cuestionario aplicado se detalla en el Anexo B.

Tabla 1. Escala de Likert utilizada en la encuesta

Valor	Nivel de acuerdo
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de investigación

El presente estudio adopta un enfoque metodológico cualitativo y cuantitativo. Por un lado, se emplea el enfoque cualitativo mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas al personal involucrado, con el fin de explorar en profundidad sus percepciones, experiencias y criterios respecto al contexto de estudio. Por otro lado, se incorpora el enfoque cuantitativo a través de la recolección y medición de datos obtenidos mediante encuestas, facilitando la obtención de resultados medibles y su posterior análisis estadístico.

Adicionalmente, la investigación se basa en dos importantes modalidades: investigación aplicada e investigación de campo.

a. Investigación aplicada

La modalidad aplicada se refleja en la involucración de una implementación práctica de herramientas de software, donde se combina la revisión de antecedentes relacionados con la digitalización de procesos y análisis de datos, con la implementación de un sistema que pueda ser utilizado directamente por el personal de la empresa respondiendo a un problema práctico y concreto dentro de la empresa CIAUTO.

b. Investigación de campo

La investigación de campo se basa en la elaboración de una encuesta y una entrevista semiestructurada con el personal de la estación de abastecimiento, con la finalidad de recolectar datos, identificar deficiencias en la estación y recolectar requerimientos funcionales para el sistema directamente en el entorno donde ocurre el problema (estación de abastecimiento de CIAUTO).

2.2.2 Población y muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por el personal operativo y administrativo de la estación de abastecimiento de la empresa CIAUTO Cía. Ltda. De acuerdo con la información institucional disponible, se trata de una población finita de 68 personas, distribuida como indica la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de la población del área de abastecimiento

Área	Cantidad (n)
Personal operativo	60
Personal administrativo	8
TOTAL	68

Dado el tamaño reducido de la población ($n=68$), no se realizó un muestreo y la encuesta fue aplicada a la totalidad de individuos, no obstante, se debe destacar que la encuesta fue respondida por un total de 62 individuos, obteniendo una muestra efectiva para la recolección de información de $n=62$.

Por otro lado, la entrevista fue realizada a la coordinadora de la estación de abastecimiento, por su conocimiento directo del flujo operativo y de los procesos críticos del área.

2.2.3 Recolección de información

a. Entrevista

- **Validación de entrevista.** Para garantizar la pertinencia y confiabilidad del cuestionario realizado, se procedió a validar el instrumento mediante una prueba piloto. En la Tabla 3 se presenta la matriz de resultados de la prueba realizada, donde se ratificó la validez del cuestionario, asegurando que las preguntas sean comprensibles y relevantes para el estudio.

Tabla 3. Matriz de validación de la entrevista mediante prueba piloto.

Categoría de Análisis	Ítems	Comportamiento Observado	Conclusión
Diagnóstico del proceso actual	1, 2 y 3	El entrevistado identifica fluidamente la dinámica operativa de la estación, asociando dificultades físicas con el registro manual.	El bloque es pertinente, comprensible y permite contextualizar la problemática del proceso.
Trazabilidad y gestión de información	4 y 5	Se evidencia una vinculación directa entre las limitaciones de consulta actuales y los cuellos de botella.	Los ítems demuestran consistencia interna y permiten interpretar problemas en la trazabilidad.
Funcionalidades y requerimientos	6 y 7	Permite capturar con precisión los principales requerimientos funcionales del sistema y las expectativas de mejora.	Los ítems son eficaces para levantar requerimientos.
Cierre del instrumento	8	Cumple su función como pregunta abierta para observaciones.	Ítem útil para recolectar información adicional.

- **Tabulación de entrevista.** La entrevista realizada permitió identificar cómo funcionan los procesos dentro de la estación e identificar los requerimientos necesarios del software. En la Tabla 4 se muestran las preguntas realizadas a la coordinadora de la estación y una interpretación de sus respuestas.

Tabla 4. Tabulación de la entrevista semiestructurada

Cargo de Entrevistado: Coordinadora de la Estación de Abastecimiento			
No.	Pregunta	Interpretación	Conclusión
1	¿Cómo describiría la dinámica de trabajo en la estación de abastecimiento?	Se inicia con la generación manual de formatos basados en los del proveedor. Luego, los montacargas reciben contenedores y llenan listas de control. En el desempaque se revisan los componentes, se cuentan y se clasifican por estación para su posterior traslado.	El flujo operativo depende excesivamente de registros físicos y tareas repetitivas de transcripción documental.

Tabla 4 – Continuación

Cargo: Coordinadora de Área			
No.	Pregunta	Interpretación	Conclusión
2	¿Cuáles considera que son las principales dificultades actuales en el registro y control de componentes?	La falta de un seguimiento preciso de los cartones enviados a otras estaciones es crítica. Además, la generación manual de formatos y la transcripción de formularios consume demasiado tiempo y resulta muy compleja de realizar.	Existe un vacío informativo en la trazabilidad interna y una marcada ineficiencia en la gestión administrativa.
3	¿De qué manera se realiza actualmente el registro de control de los componentes, y qué problemas se presentan con mayor frecuencia?	Actualmente, el control se realiza mediante hojas de cálculo y verificaciones visuales. Sin embargo, no se cuenta con un registro formal y completo, especialmente al momento de despachar componentes a las estaciones posteriores.	Las herramientas ofimáticas utilizadas son insuficientes para asegurar la integridad y visibilidad de la información.
4	¿Cómo se gestiona la información de la estación y qué limitaciones existen para su consulta y análisis?	Los operarios registran sus tareas diarias, pero esta información no está estructurada ni disponible para el análisis. Por ello, la gestión y apertura de los lotes se basa principalmente en la experiencia y perspectiva personal.	La ausencia de métricas estructuradas impide una toma de decisiones objetiva basada en el desempeño real.
5	¿Qué aspectos del proceso actual considera críticos para reducir tiempos y errores en la estación?	Se considera crítico eliminar el uso de formularios en papel y la generación de formatos manuales, disminuyendo los tiempos invertidos en revisiones repetitivas.	La optimización del tiempo y la reducción de fallas dependen directamente de la eliminación de registros manuales repetitivos.
6	¿Qué funcionalidades considera indispensables en un sistema digital para mejorar el control, seguimiento y análisis de la información?	Es crítico que el sistema permita registrar y estandarizar la información de los lotes, automatizando la creación de formatos. También debe incluir el registro de actividades de los operarios y un tablero para monitorear el progreso de la estación.	Se requiere una plataforma centralizada que automatice procesos y brinde indicadores de gestión.

Tabla 4 – Continuación

Cargo: Coordinadora de Área			
No.	Pregunta	Interpretación	Conclusión
7	¿Qué beneficios espera lograr con la implementación de un sistema digital en la estación?	Se espera lograr una reducción importante en los tiempos de generación de formatos y almacenamiento de información, lo que permitiría elevar considerablemente la eficiencia operativa en el área de abastecimiento.	La digitalización es un factor clave para incrementar la productividad y minimizar errores humanos en el registro.

b. Encuesta

- **Validación de encuesta.** La confiabilidad del cuestionario se evaluó mediante una prueba aplicada a una muestra de n=7 (seleccionada de manera aleatoria), calculando el coeficiente Alfa de Cronbach para medir su consistencia.

La validación realizada (Figura 1) arrojó un coeficiente de **0.76**. Según la escala de interpretación aplicada, este valor correspondería a una confiabilidad aceptable (rango 0.7 - 0.8), certificando que el instrumento era lo suficientemente consistente y apto para la recolección de datos.

ENCUESTADOS	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	ITEM 10	ITEM 11	SUMA
E1	2	3	3	3	2	5	2	2	5	5	32
E2	1	2	2	2	2	4	2	1	4	4	24
E3	2	3	3	2	2	5	2	1	4	4	28
E4	2	1	2	2	1	4	1	2	4	5	24
E5	3	3	2	2	2	4	2	2	4	4	28
E6	3	2	3	3	1	4	2	2	5	5	30
E7	3	3	2	2	2	5	2	2	5	5	31
VARIANZA	0.4897959	0.5306122	0.244898	0.2040816	0.2040816	0.244898	0.122449	0.2040816	0.244898	0.244898	
SUMATORIA DE VARIANZAS	2.734693878										
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ÍTEMS	8.693877551										

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

α :	Coeficiente de confiabilidad del cuestionario	0.762
k:	Número de ítems del instrumento	10
$\sum_{i=1}^K S_i^2$:	Sumatoria de las varianzas de los ítems.	2.735
S_T^2 :	Varianza total del instrumento.	8.694

Figura 1. Validación de la encuesta mediante el coeficiente Alfa de Cronbach.

- **Tabulación de la encuesta.** A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los reactivos cuantitativos de la encuesta (ítem 2 - ítem 11) recolectados de la población de la investigación (n=62) que respondió la encuesta realizada.

Considera que el proceso actual de registro de información en la estación es eficiente.

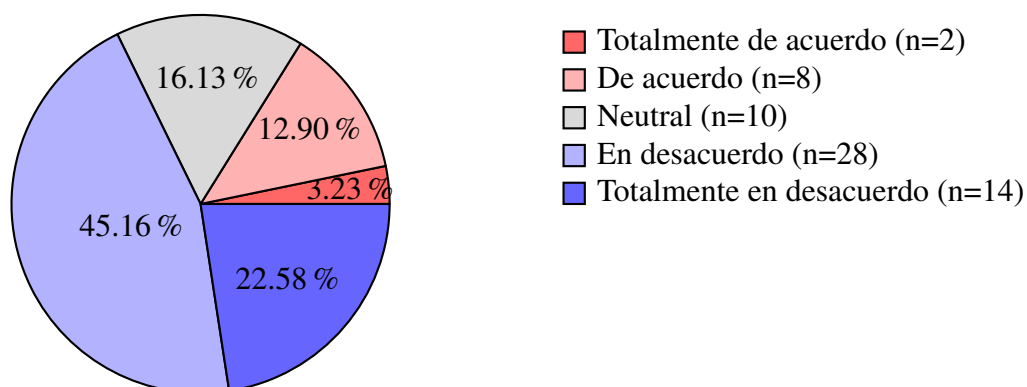


Figura 2. Recolección de datos del ítem 2 de la encuesta.

Ítem 2: El 67.74 % de los encuestados percibe una falta de eficiencia en el proceso actual. Los resultados evidencian que la dependencia de tareas manuales afecta negativamente el desempeño operativo de la estación.

Es sencillo realizar el seguimiento de los componentes CKD desde su recepción hasta su asignación a las estaciones de trabajo.

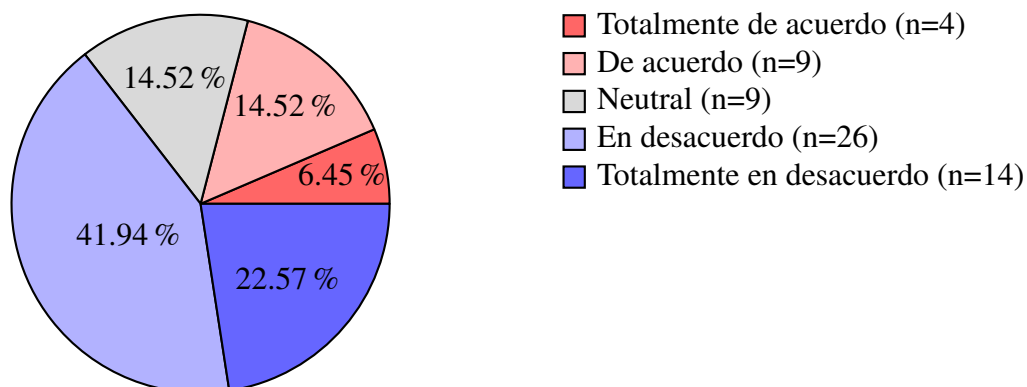


Figura 3. Recolección de datos del ítem 3 de la encuesta.

Ítem 3: Un 64.51 % de los participantes considera que el seguimiento de componentes no es sencillo. Esta percepción refleja deficiencias críticas en los mecanismos actuales de trazabilidad y consulta de información.

Los registros físicos que se manejan en la estación sobre particularidades en los componentes es clara y confiable.

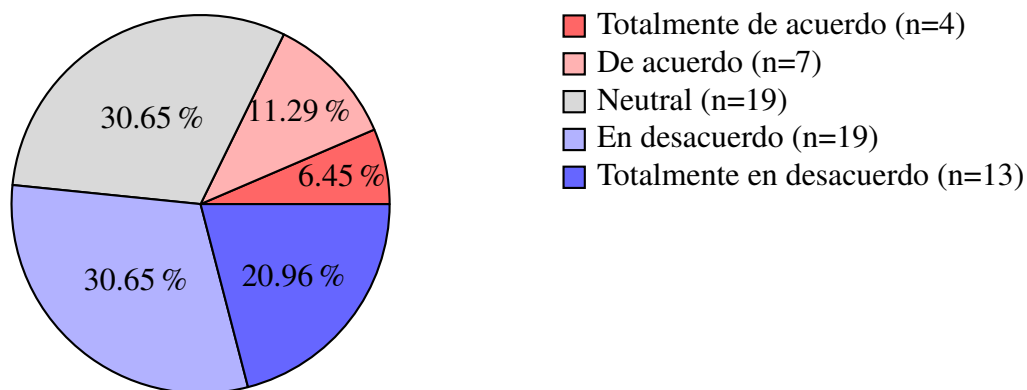


Figura 4. Recolección de datos del ítem 4 de la encuesta.

Ítem 4: El 51.61 % de la muestra cuestiona la claridad y confiabilidad de la información disponible. La alta neutralidad sugiere que, aunque los registros físicos existen, están sujetos a errores o falta de precisión.

La comunicación entre el área de abastecimiento y las estaciones posteriores de trabajo es adecuada.

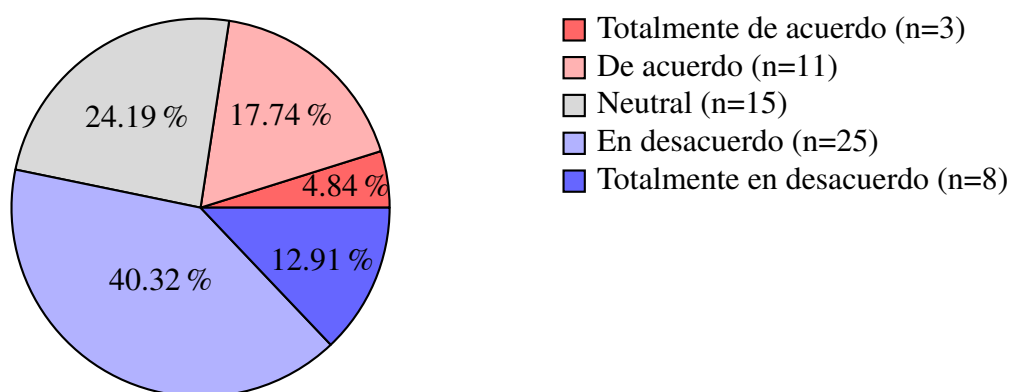


Figura 5. Recolección de datos del ítem 5 de la encuesta.

Ítem 5: El 53.23 % de los participantes califica negativamente la comunicación interdepartamental. La ausencia de un sistema centralizado dificulta la consolidación de datos y el flujo eficiente de recursos hacia otras áreas.

Las herramientas actuales permiten acceder oportunamente a la información necesaria para realizar las operaciones diarias.

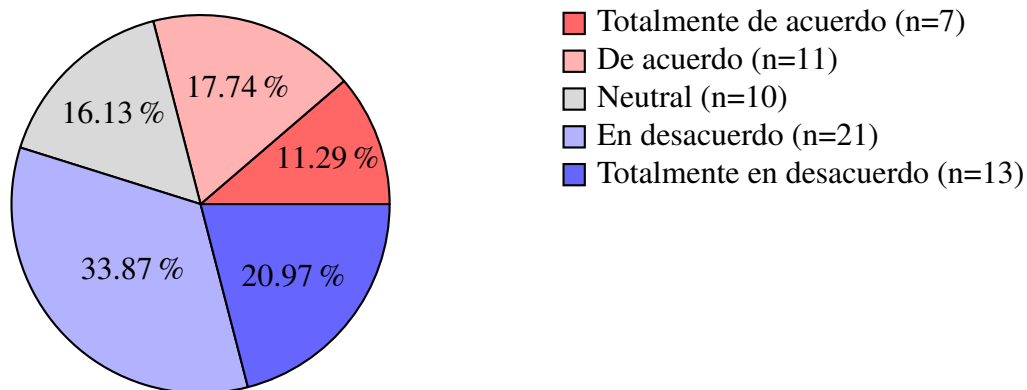


Figura 6. Recolección de datos del ítem 6 de la encuesta.

Ítem 6: Más de la mitad de los encuestados (54.84 %) considera que las herramientas actuales no facilitan la gestión de datos. Esto subraya la necesidad de incorporar soluciones tecnológicas para optimizar el plan de acciones diario.

Los tiempos requeridos para el registro y control de los componentes afectan el ritmo del proceso productivo.

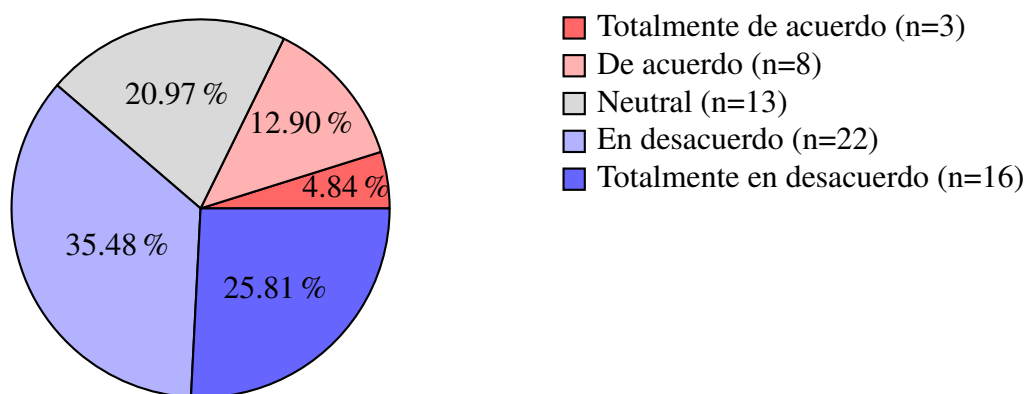


Figura 7. Recolección de datos del ítem 7 de la encuesta.

Ítem 7: El 61.29 % manifiesta insatisfacción con los tiempos de respuesta del proceso actual. Los resultados confirman que el registro manual no es óptimo para las exigencias operativas de la estación.

Existen registros organizados que permitan evaluar el desempeño operativo de la estación de abastecimiento.

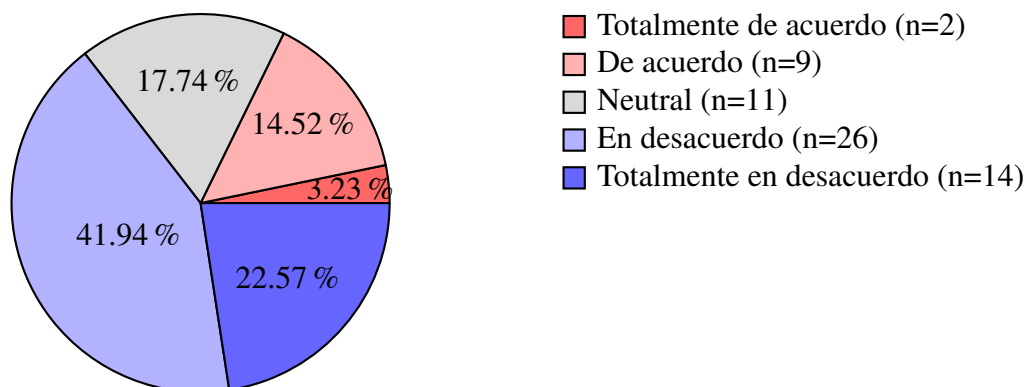


Figura 8. Recolección de datos del ítem 8 de la encuesta.

Ítem 8: El 64.51 % de la muestra indica que la información no está organizada, lo que incrementa el riesgo de errores operativos y dificulta la toma de decisiones basada en datos precisos.

Considera que el manejo de información actual facilita la toma de decisiones relacionadas con la asignación y distribución de componentes CKD.

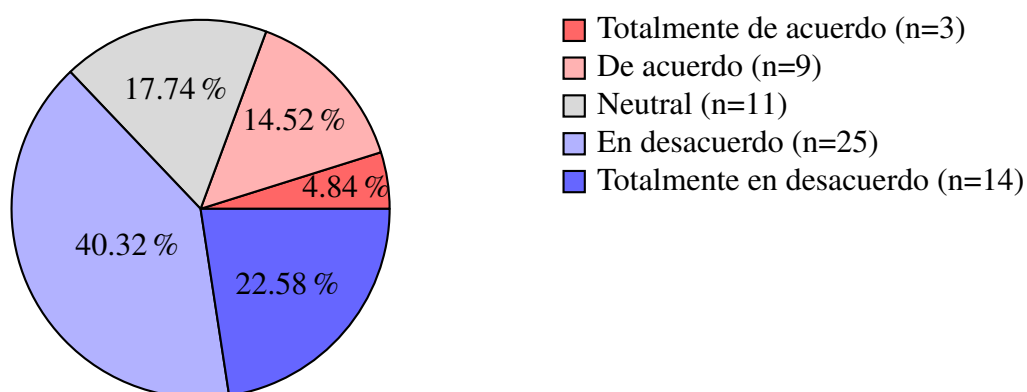


Figura 9. Recolección de datos del ítem 9 de la encuesta.

Ítem 9: El 62.90 % reporta dificultades para acceder a información histórica. Esta limitación restringe significativamente la capacidad de realizar análisis retrospectivos y controles de calidad sobre los procesos.

Considera que el uso de métricas podría ayudar a identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora en la estación de abastecimiento.

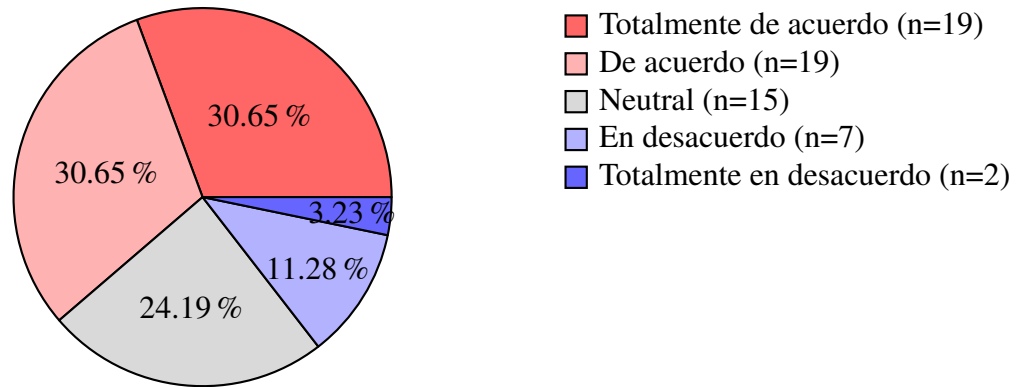


Figura 10. Recolección de datos del ítem 10 de la encuesta.

Ítem 10: Un sólido 61.30 % de los encuestados respalda la integración de analítica de datos. Este resultado valida la pertinencia de implementar tecnologías digitales para fortalecer la toma de decisiones estratégica.

Considera que la implementación de un sistema digital integrado permitirá reducir errores y tiempos en los procesos de abastecimiento.

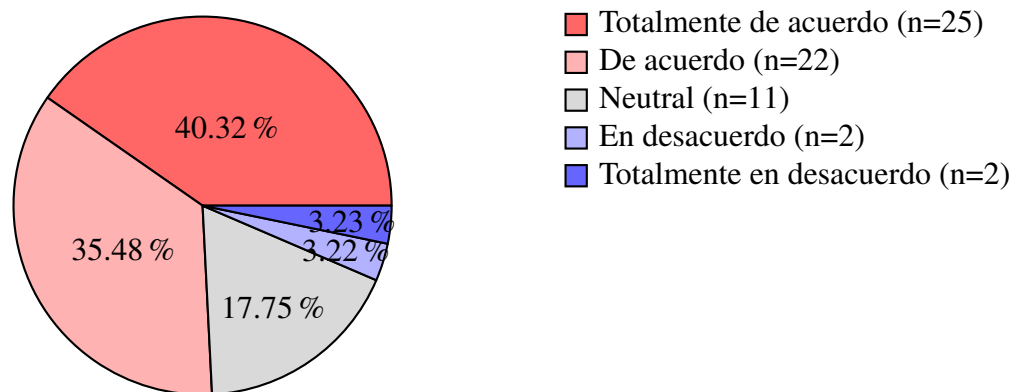


Figura 11. Recolección de datos del ítem 11 de la encuesta.

Ítem 11: El 75.80 % de los participantes prevé un impacto positivo significativo con el nuevo sistema. El apoyo mayoritario del personal confirma la viabilidad y aceptación de la solución propuesta.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Al contrastar las percepciones obtenidas mediante la encuesta con la visión de la coordinadora de la estación (obtenida a partir de la entrevista), se observó que existe una convergencia de opiniones que señala al modelo de gestión manual como el principal obstáculo para la eficiencia del área. Según lo observado en el ítem 2 de la encuesta y la pregunta 1 de la entrevista, la estación presenta problemas en el manejo de la información donde la dependencia de registros físicos no solo ralentiza el flujo de trabajo, sino que genera una carga administrativa innecesaria tanto mediante la transcripción de información como en la generación de formatos.

De acuerdo con la pregunta 1 de la entrevista, existe una evidente duplicidad de tareas administrativas que afecta el desempeño general y obliga a los responsables a dedicar esfuerzos desproporcionados a la elaboración de formatos. Al relacionar esto con el ítem 7 de la encuesta, se confirmó que la problemática reside en la obsolescencia de las herramientas disponibles, las cuales imponen un ritmo más lento de lo esperado al mover información desde formatos impresos hacia sistemas digitales.

Al analizar el ítem 3 de la encuesta y relacionarla con la falta de un sistema centralizado mencionada en la pregunta 3 de la entrevista, se evidenció que existe una situación de incertidumbre informativa, la información se encuentra dispersa y carece de una fuente centralizada, lo que provoca que el seguimiento de los procesos sea ineficiente en muchas ocasiones. Adicionalmente, según el ítem 8 e ítem 4 de la encuesta en ocasiones alguna consulta sobre el estado de un CKD o un componente específico puede requerir una búsqueda manual exhaustiva, elevando el riesgo de errores y generando una desconfianza en la integridad de los datos.

Según se observó en el ítem 5 de la encuesta y la pregunta 2 de la entrevista, la ausencia de una plataforma digital actúa como una barrera que aísla al área del resto de la empresa. La falta de un sistema que permita observar el estado de los cartones revisados en la estación, no permite mantener una precisión de los recursos que se han dispuesto a otras estaciones, generando posibles retrasos en la cadena de abastecimiento.

Otro aspecto fundamental identificado fue la invisibilidad de las métricas de desempeño. A través de la pregunta 4 de la entrevista se confirmó que actualmente no existen registros estructurados que permitan medir la productividad o identificar el estado del procesamiento de los componentes. Esto indicó que la toma de decisiones en la estación es mayormente subjetiva, dificultando la identificación de oportunidades de mejora. Esto, a su vez, sugiere que la implementación del sistema debe permitir gestionar el área basándose en evidencias reales y no en suposiciones.

Finalmente, según los hallazgos del Ítem 11 de la encuesta y la pregunta 6 de la entrevista, el personal de la estación coincidió en que un sistema digital tendría un impacto positivo significativo, evidenciándose un consenso sobre la pertinencia de la solución propuesta, percibiendo al nuevo sistema como una herramienta aliada que fortalecería la toma de decisiones dentro de la estación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se documenta el proceso integral seguido para la construcción y validación de la solución propuesta, exponiendo desde el análisis de los procesos actuales dentro de la estación de abastecimiento en Ciauto Cía. Ltda. hasta los resultados obtenidos tras la implementación del sistema en la empresa, detallando la implementación del sistema, abarcando desde la definición de los requerimientos y el diseño de la arquitectura, hasta la selección de las herramientas tecnológicas y el desarrollo del software.

3.1 Análisis de procesos y riesgos

Antes de proceder con la implementación de la propuesta, se realizó un análisis detallado de los procesos actuales de la estación de abastecimiento, con la finalidad de documentar y examinar el flujo operativo y administrativo, permitiendo establecer una base para identificar las deficiencias críticas del modelo actual de gestión de la información dentro de la estación.

3.1.1 Procesos actuales

Para analizar el estado actual (AS-IS) del flujo operativo de la estación de abastecimiento de manera clara y estructurada, garantizando la comprensión de las interacciones entre los diferentes actores involucrados, se empleó el estándar internacional de modelado de procesos de negocio BPMN (Business Process Model and Notation).

La diagramación de los procesos se fundamentó principalmente en la observación directa de las actividades de la estación y los datos recopilados de la entrevista realizada con la coordinadora del área (Tabla 4). A partir de ello, se estructuró el levantamiento de la información operativa en cuatro procesos críticos que componen el ciclo de vida de las actividades en la estación, los cuales se describen a continuación:

a. Proceso de recepción y preapertura

La operación de la estación inicia con la recepción de los contenedores físicos, seguido inmediatamente por la generación de formatos impresos (provistos por la coordinadora del área). Luego, se pasa directamente a la fase de preapertura, donde operadores de montacargas proceden con la descarga y ubicación de los contenedores en la bodega interna de la estación según el documento mencionado, registrando los contenedores recibidos en el *Packing List* impreso, tal como se puede observar en la Figura 12.

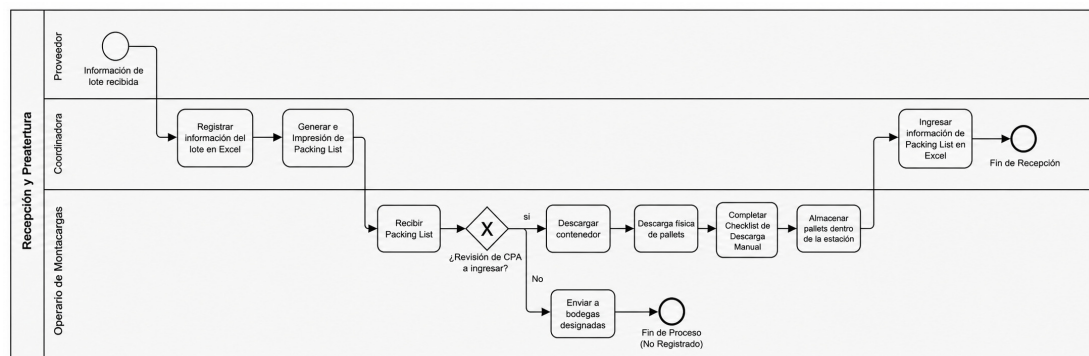


Figura 12. Diagrama del proceso de recepción y preapertura.

b. Proceso de apertura

El proceso de apertura se centra en el desempaque de las cajas que vienen en los palets, involucrando la generación manual del formato de distribución de componentes a las estaciones (realizado por la coordinadora de área), y la revisión por parte de equipos de operarios que realizan un conteo físico y una validación para la distribución de los componentes en cartones etiquetados con la lista de distribución en mano, siendo distribuidos en las áreas designadas dentro de la estación (Figura 13).

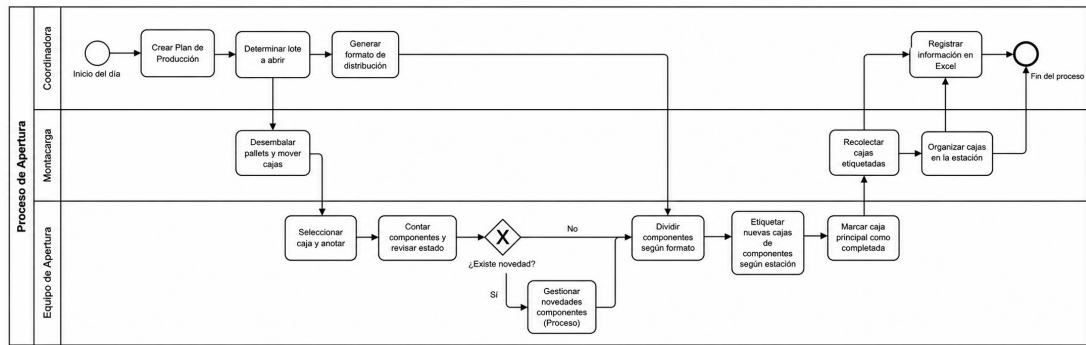


Figura 13. Diagrama del proceso de apertura.

c. Proceso de gestión de producto no conforme

La fase de gestión de producto no conforme aborda la identificación y registro de daños detectados durante la apertura de cajas. En esta etapa, el operario que identifica una falla realiza el registro manual de la incidencia mediante un formulario. El proceso continúa con la recepción del formulario por parte del equipo de salvamento quien realiza la acción correspondiente concluyendo con una notificación de que la pieza ha sido reparada (Figura 14).

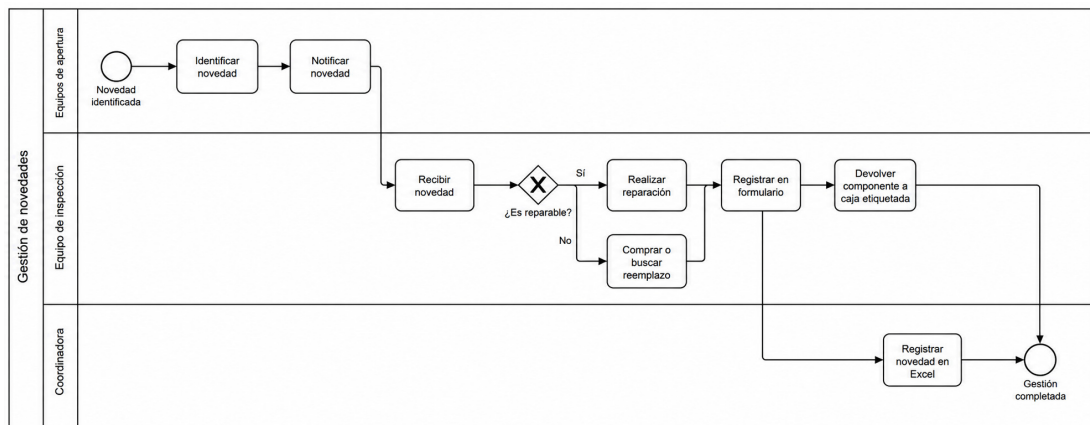


Figura 14. Diagrama del proceso de gestión de producto no conforme.

d. Proceso de abastecimiento

El proceso de abastecimiento consolida el cierre del ciclo operativo dentro de la estación. En esta fase un operario designado se encarga de dar la orden de entregar un cartón de componentes a una estación específica cuando decida que dicha estación necesita un suministro. Luego, se ejecuta la entrega formal del material hacia las líneas de producción perchando la entrega. El proceso finaliza con la firma de un encargado de la estación (Figura 15).

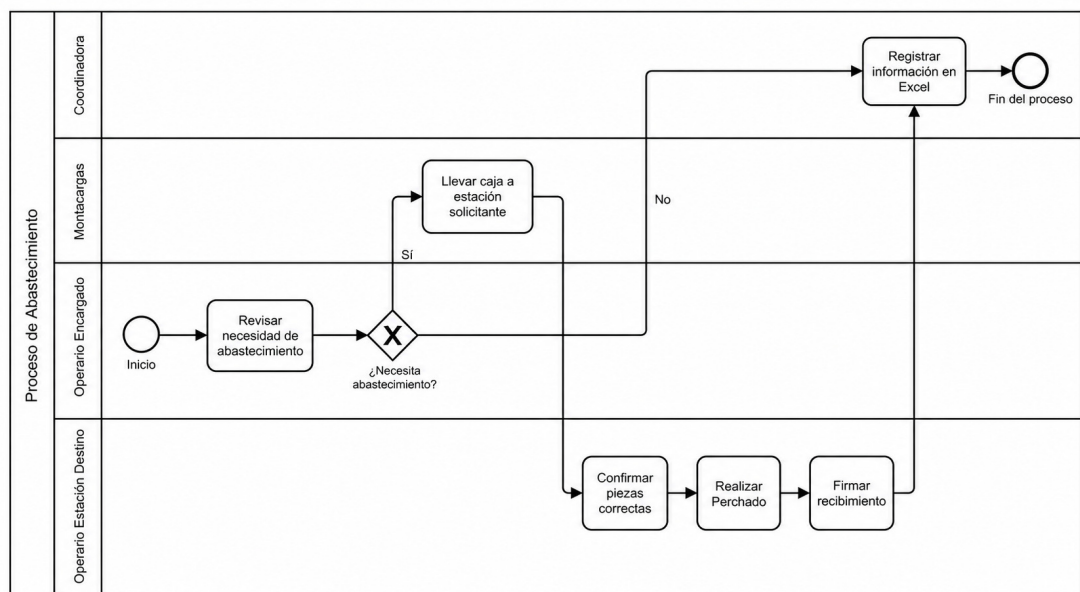


Figura 15. Diagrama del proceso de abastecimiento.

De esta manera, el flujo operativo general de la estación se forma entrelazando los procesos de Recepción y preapertura, Apertura, Gestión de producto no conforme y Abastecimiento tal como se muestra en la Figura 16.

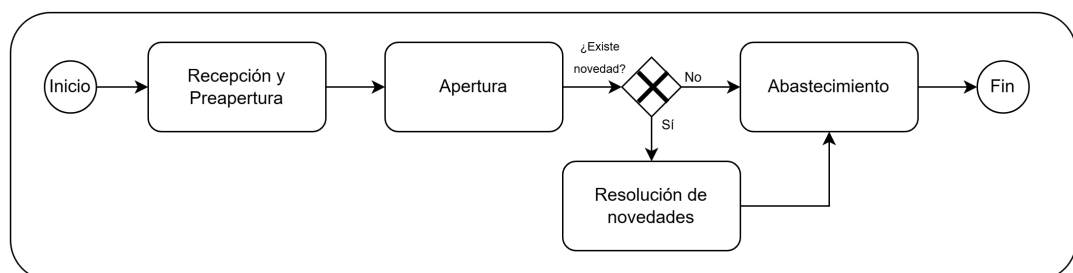


Figura 16. Diagrama del proceso general de la estación de abastecimiento.

Al analizar las interacciones entre carriles mediante los modelos BPMN, se evidenció que la trazabilidad de la información depende estructuralmente de la comunicación verbal y el uso de documentación física (formularios en papel y formatos generados manualmente).

3.1.2 Matriz de riesgos

Para comprender las limitaciones del proceso actual de la estación de abastecimiento, se optó por identificar y evaluar las posibles vulnerabilidades en su actividad diaria. Con este propósito, se desarrolló una matriz de riesgos enfocada especialmente en las deficiencias que se puedan presentar en las tareas logísticas y de gestión documental dentro de la estación.

Para la evaluación de los riesgos potenciales identificados se utilizaron las escalas mostradas en la Tabla 5.

Tabla 5. Criterios de evaluación para la Matriz de Riesgos

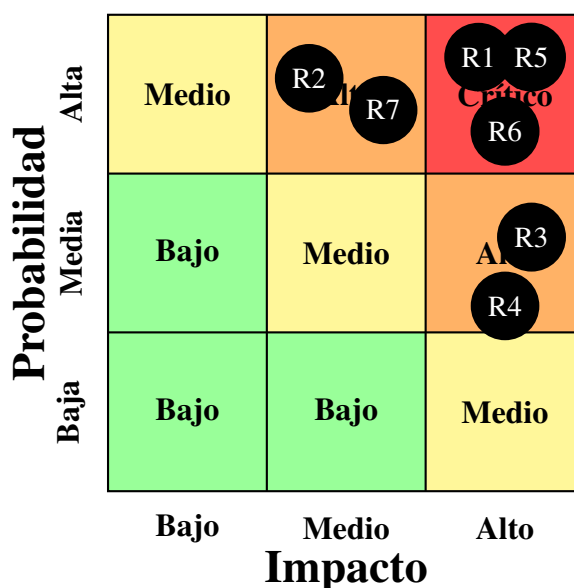
Criterio	Nivel	Descripción
Probabilidad	Alta	Ocorre frecuentemente.
	Media	Ocorre ocasionalmente.
	Baja	Rara vez ocurre.
Impacto	Alto	Parada de línea, pérdida financiera.
	Medio	Retrasos operativos, reprocesos.
	Bajo	impacto mínimo solucionable rápidamente.

Los riesgos potenciales identificados se exponen en la matriz de riesgos representada en la Tabla 6, detallando el proceso en el que puede ocurrir, sus causas y posibles consecuencias dentro de la estación. Adicionalmente, se realizó el mapa de calor de riesgos con la finalidad de visualizar la distribución de los riesgos identificados según su probabilidad e impacto (Figura 17).

Tabla 6. Matriz de Riesgos

Fase del Proceso	Riesgo Identificado	Causa	Consecuencia	Prob.	Imp.
Recepción y Pre-apertura	R1: Discrepancia de datos en el ingreso de lotes.	Manejo manual de los datos del lote basada en formatos enviados por el proveedor.	Ubicación incorrecta de pallets en bodega y errores en la generación de formatos.	Alta	Alto
Apertura	R2: Inconsistencia en la distribución física de componentes.	Proceso de distribución manual basado en la interpretación visual de etiquetas.	Mezcla accidental de componentes o envío de piezas incorrectas hacia la línea de producción.	Alta	Medio
Novedades	R3: Registro y seguimiento ineficiente de producto no conforme.	Manejo manual de fallos en formatos físicos.	Pérdida de trazabilidad sobre defectos y reclamos.	Media	Alto
Abastecimiento	R4: Fallos en el control y entrega de cartones.	Falta de un control formal de la salida de cartones.	Incertidumbre sobre el estado actual de los cartones abastecidos y dentro de la estación.	Media	Alto
General	R5: Ineficiencia operativa y vulnerabilidad de datos.	Dependencia estructural de registros físicos y manipulación constante de papeles.	Alta carga administrativa, riesgo de errores humanos y pérdida documental.	Alta	Alto
Coordinación	R6: Retrasos por generación manual de formatos y transcripción.	Dependencia de procesos manuales para mover información entre papel y digital.	Demoras en el inicio de tareas operativas y lentitud en la consolidación de información.	Alta	Alto
Coordinación	R7: Toma de decisiones subjetiva y planificación empírica.	Ausencia de métricas estructuradas y falta de acceso inmediato a indicadores de productividad.	Incapacidad para identificar cuellos de botella y planificación basada en criterios subjetivos.	Alta	Medio

Figura 17. Mapa de calor de riesgos identificados



3.2 Metodología de desarrollo

Para el desarrollo del sistema propuesto se optó por utilizar una metodología ágil debido a su enfoque en la flexibilidad y la entrega iterativa, permitiendo responder de una manera eficaz a cambios en los requerimientos a lo largo del desarrollo de software. Para seleccionar la metodología más adecuada, se realizó una comparación entre tres metodologías ágiles ampliamente utilizadas en la industria de software, misma que se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7. Comparativa de metodologías ágiles [16], [17]

Criterio	Scrum	Kanban	XP (Extreme Programming)
Enfoque principal	Gestión de requisitos, organización y control de procesos iterativos	Optimización, transparencia y visualización del flujo continuo.	Excelencia técnica y calidad del código fuente.
Ciclos de trabajo	Bloques de tiempo fijos denominados Sprints	Flujo continuo sin cajas de tiempo fijas predeterminadas.	Ciclos muy cortos.
Roles y responsabilidades	Predefinidos y estrictos.	Permite adaptarse sobre la estructura existente.	Predefinidos y específicos.
Práctica	Gestión mediante Product Backlog, Sprint Backlog y reuniones diarias.	Visualización en tablero Kanban y establecimiento de WIP.	Programación en parejas y refactorización constante.
Métrica de éxito	Cumplimiento de objetivos del Sprint.	Gestión y control del flujo operativo.	Pruebas continuas como indicadores de entrega sin defectos.
Evolución de requisitos	Priorizados y fijados exclusivamente según la longitud de cada Sprint.	Modificación y priorización continua de requerimientos.	Priorización continua de requerimientos conducida por el cliente.
Nivel de preparación	Gestión y control enfocado en el conocimiento y la retroalimentación.	Alta flexibilidad orientada a la mejora continua y evolución constante.	Alta disciplina técnica enfocada en prácticas de código.

A partir de la comparación realizada se procedió a analizar las principales fortalezas y

limitaciones de cada metodología, evaluando su pertinencia para el contexto específico del proyecto:

a. Scrum

- **Ventajas:** Fomenta una organización estructural clara debido a la definición explícita de sus responsabilidades. Estructura el trabajo mediante artefactos estandarizados junto a reuniones periódicas que facilitan el control incremental del proyecto. Su enfoque iterativo mediante Sprints consistentes permite obtener incrementos de software funcionales.
- **Desventajas:** Presenta rigidez frente a cambios inmediatos de prioridades, ya que el alcance no puede ser modificado durante un Sprint en ejecución. Carece de prácticas técnicas especializadas de ingeniería de software, lo que puede provocar cuestionamientos sobre la calidad interna.

b. Kanban

- **Ventajas:** Proporciona una alta flexibilidad al no imponer roles restrictivos, adaptándose con menor resistencia dentro de la estructura existente. La utilización del tablero mejora la eficiencia organizativa al centralizar las tareas en sus distintas etapas. La restricción de WIP reduce los tiempos de entrega, mitiga la multitarea y permite identificar de forma oportuna cuellos de botella.
- **Desventajas:** La ausencia de iteraciones rígidas puede dificultar el establecimiento de estimaciones temporales a largo plazo. Requiere un alto nivel de disciplina colectiva para asegurar la actualización de las tarjetas Kanban y el cumplimiento de los límites WIP.

c. Extreme Programming (XP)

- **Ventajas:** Garantiza un estándar superior de calidad técnica y disminuye los errores mediante un enfoque basado en pruebas. La refactorización constante y los estándares de codificación simplifican la estructura interna del sistema facilitando su entendimiento.
- **Desventajas:** Su adopción demanda una alta experiencia técnica debido a su curva técnica. Si se implementa de manera aislada, la gestión organizativa y la comunicación con los clientes o interesados externos pueden volverse menos eficaces.

Con base en el análisis realizado, se seleccionó Kanban como metodología de desarrollo por su capacidad para gestionar el trabajo en flujo continuo, limitar tareas en progreso (WIP) y adaptarse rápidamente a cambios operativos del proyecto. Esta metodología resultó especialmente adecuada cuando surgió la necesidad de ajustar los requerimientos durante la implementación, permitiendo repriorizar actividades. Además, la visualización del avance mediante tableros facilitó el seguimiento del estado de cada tarea aportando trazabilidad de las tareas realizadas y los tiempos de entrega.

3.3 Implementación del software

En esta sección se describe el proceso de implementación del sistema, abarcando las diferentes etapas del ciclo del software, desde la definición de requerimientos hasta el diseño, desarrollo y las pruebas del producto, detallando los aspectos técnicos, funcionales y operativos que se tuvieron en cuenta para garantizar la efectividad y adecuado funcionamiento del software de la solución propuesta.

3.3.1 Análisis de requerimientos

a. Definición de requerimientos

La definición de requerimientos se construyó principalmente a partir de los instrumentos de recolección de datos utilizados (Anexo A y Anexo B) y el análisis del flujo operativo actual dentro de la estación y su posterior análisis realizado en la matriz de riesgos elaborada (Tabla 6).

- **Requerimientos funcionales.**

Tabla 8. Requerimientos funcionales identificados

ID	Descripción	Prioridad	Riesgo cubierto
RF-01	Registrar lotes incluyendo información de contenedores, palets y cajas mediante carga masiva desde formatos de proveedor.	Alta	R1, R5
RF-02	Generar formatos de control para preapertura y apertura basados en los datos registrados.	Alta	R2, R6
RF-03	Gestionar el estado de ciclo de vida del material (Recibido, Por procesar, En proceso, Abastecido, Abastecido parcial).	Alta	R4, R5
RF-04	Asignar bodega de destino por contenedores para la gestión del almacenamiento inicial.	Alta	R1
RF-05	Registrar el recibimiento físico y la preapertura (check-list) de palets dentro de la estación.	Alta	R1, R5
RF-06	Registrar el conteo físico, distribución de cartones y defectos identificados durante la apertura de cajas.	Alta	R2
RF-07	Registrar la salida de cartones (perchado) y confirmar digitalmente el acta de entrega-recepción en línea de producción.	Alta	R4, R5
RF-08	Reportar novedades e incidencias operativas.	Alta	R3

Tabla 8 – Continuación

ID	Descripción	Prioridad	Riesgo cubierto
RF-09	Evaluar y dictaminar la resolución de producto no conforme (reparar o sustituir) actualizando el estado de la incidencia.	Alta	R3
RF-10	Permitir la configuración de equipos de trabajo y registrar responsables de actividades de revisión.	Media	R5
RF-11	Consultar trazabilidad por lote, palet, caja o cartón.	Alta	R5
RF-12	Visualizar métricas operativas y de rendimiento mediante un panel de control (Dashboard).	Alta	R7
RF-13	Administrar catálogo de componentes (CRUD).	Alta	-
RF-14	Permitir el inicio de sesión y autenticación segura de usuarios.	Alta	R5
RF-15	Gestionar cuentas de usuario y perfiles de acceso (CRUD).	Alta	R5
RF-16	Controlar la visibilidad de interfaces y acciones permitidas según el perfil de usuario asignado.	Media	R5

- **Requerimientos no funcionales.**

Tabla 9. Requerimientos no funcionales

ID	Descripción	Criterio de aceptación	Riesgo cubierto
RNF-01	Seguridad y Control de Acceso.	El sistema debe restringir el acceso a funciones críticas según el rol autenticado.	R5
RNF-02	Disponibilidad del Servicio.	El sistema debe garantizar una disponibilidad del 99.5 % durante la jornada operativa de la planta.	R5
RNF-03	Rendimiento y Eficiencia.	Las consultas de inventario y registros deben procesarse en un tiempo menor a 4 segundos.	R5

Tabla 9 – Continuación

ID	Descripción	Criterio de aceptación	Riesgo cubierto
RNF-04	Usabilidad y Experiencia de Usuario.	Las interfaces deben ser intuitivas y responsivas, permitiendo su uso eficiente en dispositivos móviles o tablets dentro del área operativa.	-
RNF-05	Mantenibilidad y Escalabilidad.	Arquitectura que permita el crecimiento y mantenibilidad del sistema.	-

3.3.2 Selección del stack tecnológico

A continuación se describe el stack tecnológico seleccionado para el desarrollo del sistema, para su elección se han comparado diferentes herramientas considerando criterios clave a través de benchmarks, con el fin de seleccionar las opciones más adecuadas para el proyecto.

a. Gestor de base de datos

Para la capa de persistencia se optó por utilizar una base de datos relacional dada su capacidad para manejar transacciones complejas que involucran la escritura y lectura de datos de manera recurrente. Para seleccionar la tecnología más adecuada, se realizó una comparación de rendimiento entre tres de los motores relacionales más utilizados en el mercado, analizando su comportamiento operativo como se detalla en la Tabla 10.

Tabla 10. Comparativa de motores de base de datos [29], [30].

Criterio	PostgreSQL	MySQL	Oracle Database
Licencia y Modelo	Código abierto.	Código abierto.	Comercial.
Naturaleza del Sistema	Sistema relacional avanzado con extensiones orientadas a objetos.	Sistema relacional convencional.	Sistema relacional robusto con componentes orientados a objetos.
Rendimiento en Escritura (DML)	Eficiencia alta y tiempo corto de ejecución.	Desempeño intermedio en consultas de modificación de datos.	Procesamiento altamente eficiente con corto tiempo de ejecución.
Rendimiento Analítico (DQL)	Alta estabilidad y tiempos constantes en agrupamientos complejos.	Degradación crítica del rendimiento ante operaciones de agregación masivas.	Tiempos mínimos en lecturas directas.
Integración con ORM	Sobrecarga de mapeo mínima, procesando transferencias de objetos en solo 1 a 2 ms.	Sobrecarga media, penalizando las operaciones con hasta 10 ms adicionales por persistencia.	Los tiempos de respuesta se incrementan hasta 50 veces.
Comportamiento con Carga	Rendimiento equilibrado y escalabilidad estable.	Pérdida exponencial de velocidad a medida que el volumen de datos aumenta.	Mantiene tiempos fijos y cortos en tablas de gran escala.

A partir de la comparación realizada, se procedió a evaluar las ventajas y desventajas específicas de cada alternativa tecnológica en entornos de desarrollo modernos, determinando su viabilidad de integración con la arquitectura del sistema:

- **PostgreSQL.**

- **Ventajas:** Destaca como la solución de código abierto más eficiente para interactuar con capas de abstracción lógica, demostrando una compatibilidad óptima con librerías ORM al registrar un impacto de sobrecarga muy bajo. En escenarios analíticos avanzados que involucran el agrupamiento, conteo y uniones múltiples de tablas, proporciona una velocidad y estabilidad sobresalientes que se mantienen constantes.

- **Desventajas:** Los tiempos mínimos de respuesta en lecturas masivas sin filtros ni mapeos complejos pueden verse limitados.

- *MySQL.*

- **Ventajas:** Presenta un comportamiento aceptable en arquitecturas web convencionales donde predominan operaciones de lectura directa y flujos de datos homogéneos de tamaño pequeño o mediano.
- **Desventajas:** Muestra graves deficiencias en el procesamiento de consultas complejas, degradando su velocidad, llegando a demorar hasta 6 segundos en procesar reportes que otros motores resuelven en milisegundos. Introduce una penalización técnica de hasta 10 milisegundos por operación cuando coopera con ORM.

- *Oracle Database.*

- **Ventajas:** Su motor interno es sumamente veloz para realizar búsquedas por coincidencia de patrones y recuperar registros planos a gran escala directamente desde la base de datos, manteniendo un tiempo de respuesta constante e inmune al crecimiento del volumen.
- **Desventajas:** Su principal debilidad radica en la pérdida de rendimiento que sufre al interactuar con herramientas ORM, donde el proceso de transformación de datos a objetos incrementa los tiempos de respuesta hasta cincuenta veces en lecturas masivas. Su modelo de licencia comercial puede hacerla económicamente inviable para proyectos con presupuestos limitados.

Como motor de base de datos se optó por utilizar PostgreSQL (versión 18.4) dado su equilibrio óptimo entre robustez técnica, cumplimiento de estándares y viabilidad económica. Durante la selección del stack, se determinó que la utilización aislada de consultas SQL puras no refleja el comportamiento real del sistema, puesto que las aplicaciones modernas se comunican mediante capas de mapeo objeto-relacional (ORM) [30], escenario donde PostgreSQL demostró ser el motor más veloz y eficiente del

análisis, mitigando los costos de sobrecarga computacional que afectan críticamente a MySQL y Oracle. Además, su sobresaliente capacidad para resolver múltiples uniones de tablas y sentencias de agrupación de forma constante garantiza el rendimiento del sistema al trabajar sobre volúmenes masivos de registros, proporcionando capacidades óptimas sin comprometer el presupuesto del proyecto.

b. Backend (framework de desarrollo)

La selección del framework a utilizar para el desarrollo del backend se realizó mediante la comparación de algunas de las tecnologías más utilizadas, considerando criterios como arquitectura, rendimiento, mantenibilidad y curva de aprendizaje. Para seleccionar la opción idónea, se evaluó el comportamiento operativo de las plataformas en arquitecturas REST API, cuyos criterios se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Comparativa de frameworks de desarrollo backend [31], [32]

Criterio	ASP.NET Core	Spring Boot	NestJS
Lenguaje base	C#	Java	TypeScript
Tipo de compilación	Compilado y fuertemente tipado.	Compilado, basado en hilos convencionales.	Interpretado, ejecución asíncrona basada en eventos.
Latencia y respuesta	Tiempos mínimos de respuesta y delay muy bajo.	Velocidades muy competitivas.	Latencias intermedias debido a la naturaleza de su motor.
Manejo de alta carga	Capacidad máxima de procesamiento y resiliencia ante estrés.	Procesamiento robusto y estable ante demandas simultáneas.	Alta capacidad de procesamiento con escalabilidad asíncrona.
Consumo de memoria RAM	Gestión eficiente y consumo balanceado bajo cargas concurrentes.	Consumo elevado para procesar flujos de peticiones.	Consumo de hardware sobresaliente y bajo.
Tasa de errores de red	Confiabilidad absoluta registrando 0 % de fallos bajo estrés extremo.	Estabilidad elevada con baja tolerancia ante picos de saturación.	Comportamiento resiliente con degradación controlada de solicitudes.

A partir de la comparación realizada, se procedió a evaluar las ventajas y desventajas específicas de cada alternativa, determinando su viabilidad de integración con la infraestructura del proyecto:

- ***ASP.NET Core.***

- **Ventajas:** Destaca como el framework de mayor rendimiento al registrar de forma consistente los tiempos de respuesta y los niveles de latencia más bajos ante solicitudes masivas. En pruebas de estrés concurrentes demuestra una excelente confiabilidad. Asegura una alta eficiencia en el uso de hardware.
- **Desventajas:** Su curva de aprendizaje inicial puede resultar moderadamente elevada en comparación con entornos interpretados debido a la exigencia de configuraciones arquitectónicas estructuradas y su tipado estricto.

- ***Spring Boot.***

- **Ventajas:** Ofrece una capacidad de procesamiento corporativa robusta y velocidades de procesamiento estables, respondiendo de manera eficiente ante cargas de trabajo uniformes.
- **Desventajas:** Requiere un consumo de CPU y memoria RAM considerablemente superior para procesar un alto volumen de solicitudes de red, elevando los costos operativos de despliegue.

- ***NestJS.***

- **Ventajas:** Sobresale por su excepcional eficiencia en la gestión de memoria RAM, registrando un consumo de hardware sumamente bajo. Su modelo asíncrono basado en un bucle de eventos hereda la estabilidad y el comportamiento predecible del motor de Express.js, proporcionando un ecosistema modular de rápido desarrollo.
- **Desventajas:** Al fundamentarse en un lenguaje interpretado, sus tiempos de res-

puesta y latencias resultan ser mayores en comparación con los entornos compilados tradicionales.

De acuerdo con el análisis presentado en la Tabla 11, se seleccionó ASP.NET Core como la tecnología para el desarrollo del backend. Esta elección se sustenta en su tipo estricto que permite evitar la corrupción de datos al momento de interactuar con la base de datos. Además, su arquitectura modular y su rendimiento optimizado para aplicaciones de alta concurrencia lo convierten en la opción más adecuada para manejar las operaciones críticas de la estación de abastecimiento, asegurando una integración fluida con el frontend y una escalabilidad eficiente a medida que el sistema evoluciona, respaldado por una infraestructura libre de errores de red [31].

Para su uso, se instaló el kit de desarrollo (SDK) de .NET 10, aprovechando sus mejoras recientes y soporte a largo plazo. Adicionalmente, se realizó una configuración inicial que consistió en la creación de una solución en blanco, la cual actuó como contenedor principal, dentro de la cual se estructuraron proyectos independientes (proyectos de tipo Class Library), garantizando un aislamiento lógico y estructura clara.

c. Frontend (framework de desarrollo)

La selección del framework a utilizar para el desarrollo del frontend se realizó mediante la comparación de algunas de las tecnologías más utilizadas, considerando criterios como enfoque de la herramienta, rendimiento, ecosistema y curva de aprendizaje, los mismos se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12. Comparativa de frameworks de desarrollo frontend [33], [34]

Criterio	Angular	Vue.js	React
Enfoque de Herramienta	Framework integral y estructurado.	Framework progresivo y adaptable.	Librería flexible orientada a interfaces.
Curva de Aprendizaje	Alta, requiere dominio de TypeScript e inyección de dependencias.	Baja, con sintaxis intuitiva y directa.	Media, con curva pronunciada en conceptos avanzados.
Uso de Memoria	Consumo mayor debido a su arquitectura robusta.	Altamente optimizado y ligero.	Consumo eficiente de recursos.
Velocidad de Desarrollo	Media, exige la escritura de código estructurado.	Alta, facilita un desarrollo ágil y rápido.	Media, depende de la integración de librerías de terceros.
Gestión de Estado	Solución integrada nativamente.	Apoyado en librerías del ecosistema.	Gestionado a través de Redux, Context API u Hooks.
Ecosistema y Soporte	Corporativo (Google).	Comunidad en constante crecimiento.	Masivo (Facebook).

A partir de la comparación realizada, se procedió a evaluar las ventajas y desventajas específicas de cada alternativa, determinando su viabilidad de integración con la infraestructura del proyecto:

- **Angular.**

- **Ventajas:** Destaca por ofrecer un ecosistema completo y listo para usar, integrando enrutamiento y clientes HTTP nativos. El uso obligatorio de TypeScript garantiza una alta calidad de código y minimiza errores lógicos, mientras que su arquitectura basada en componentes fomenta un desarrollo altamente escalable.
- **Desventajas:** Su estructura estricta y monolítica impone una curva de aprendizaje pronunciada. Adicionalmente, presenta un consumo de memoria RAM y tiempos de carga ligeramente superiores a sus competidores.

- ***Vue.js.***

- **Ventajas:** Es extremadamente ligero, lo que se traduce en tiempos de carga sumamente rápidos. Su diseño progresivo permite una integración sencilla y gradual en proyectos existentes sin necesidad de reestructurar el código base.
- **Desventajas:** Su adopción a nivel corporativo es menor en comparación con los otros frameworks, lo que puede limitar la disponibilidad de ciertas herramientas estandarizadas.

- ***React.***

- **Ventajas:** Su uso del Virtual DOM minimiza la manipulación directa del DOM real, optimizando significativamente la velocidad de renderizado. Cuenta con el respaldo de una comunidad masiva y promueve la creación de componentes altamente reutilizables.
- **Desventajas:** Al no ser un framework integral, delega muchas decisiones arquitectónicas al desarrollador. Requiere la configuración de múltiples herramientas de terceros para tareas como el enrutamiento y la gestión del estado, lo que puede generar inconsistencias en proyectos.

De acuerdo con el análisis presentado en la Tabla 12, se seleccionó Angular como la tecnología para el desarrollo del frontend. Esta elección se sustenta en su tipado estricto proporcionado por TypeScript, el cual resulta fundamental para asegurar que los datos capturados en la capa de presentación se procesen sin errores antes de interactuar con los servicios del backend. Además, su arquitectura fuertemente cohesionada en módulos y servicios se alinea perfectamente con los principios de Clean Architecture, permitiendo un desarrollo estandarizado y mantenible [34].

El uso de Angular fue configurado sobre el entorno de ejecución Node.js. Utilizando su gestor de paquetes, se instaló la interfaz de línea de comandos de Angular en su versión 21 (Angular CLI v21). A través de esta herramienta se generó el espacio de trabajo inicial de la aplicación y se organizó la estructura de carpetas base dividida

por módulos, preparando este entorno para la creación de componentes reutilizables y servicios enfocados en la lógica de negocio.

3.3.3 Diseño

A continuación, se presenta el diseño del software propuesto para la estación de abastecimiento de CIAUTO, detallando elementos que permitieron definir la estructura y el funcionamiento de la solución planteada.

a. Arquitectura del sistema

La arquitectura propuesta sigue un enfoque por capas y servicios, integrando cliente web, una puerta de enlace que centraliza servicios, lógica de negocio y persistencia de datos. Como se muestra en la Figura 18, el cliente web consume servicios mediante solicitudes HTTP/HTTPS que ingresan por IIS, el cual actúa como un punto de publicación.

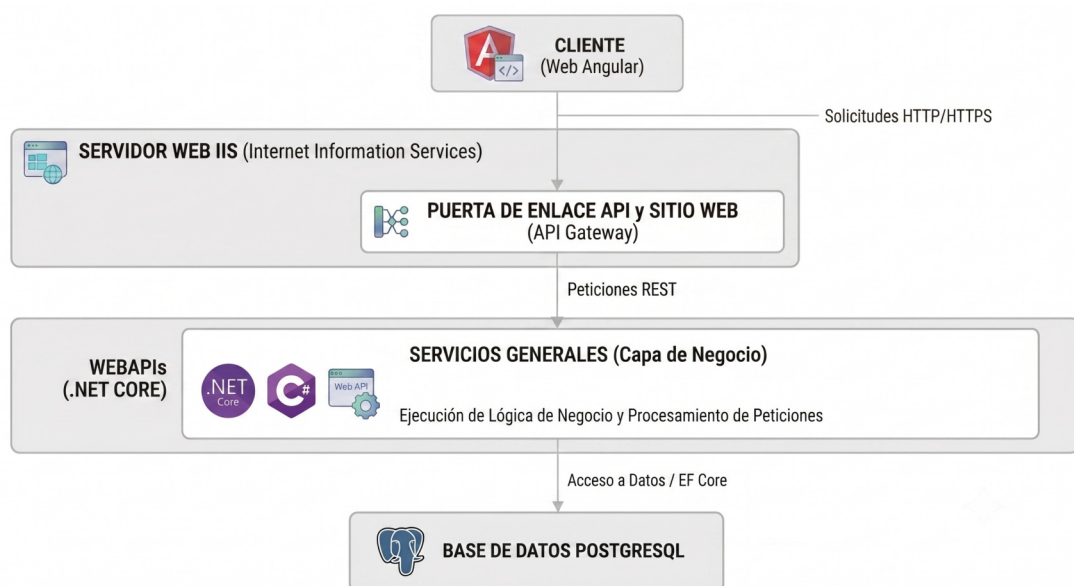


Figura 18. Arquitectura lógica del sistema propuesto.

En la capa intermedia, la puerta de enlace API (API Gateway) centraliza el acceso a los servicios publicados por el backend mediante WebAPIs en IIS (Internet Infor-

mation Services), manteniendo un sitio centralizado que maneja los servicios como aplicaciones del sitio.

Por otro lado, la capa de negocio (backend) se implementó con una arquitectura basada en servicios en ASP.NET Core, los cuales son responsables del procesamiento de la trazabilidad y la lógica de negocio. La comunicación con esta capa se realiza de manera síncrona con los servicios mediante solicitudes REST.

Finalmente, se puede observar la capa de datos donde se almacena la información transaccional del proceso, con acceso desde los servicios (backend) mediante un mapeo Objeto-Relacional utilizando EF Core (Entity Framework Core).

b. Modelo de base de datos

El diseño de la base de datos del sistema se estructuró bajo un modelo relacional normalizado. Se diseñó la arquitectura de datos de tal manera que se garantice la integridad referencial, evitando la redundancia de información y soportando una alta carga transaccional. El modelo se divide lógicamente en módulos cohesivos que permiten centralizar la información de los procesos operativos de la estación de abastecimiento como se puede observar en el diagrama entidad-relación de la Figura 19.

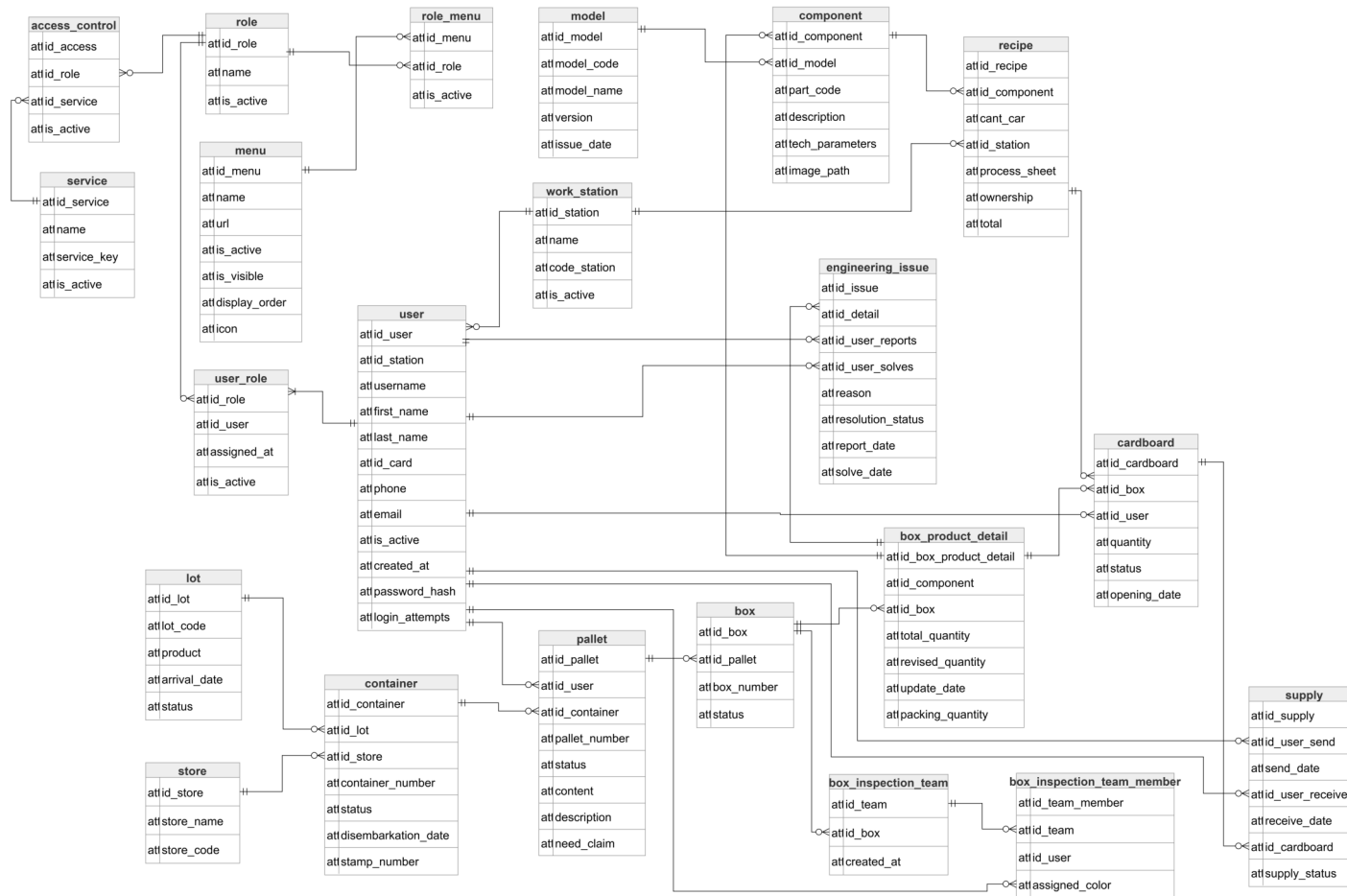


Figura 19. Diagrama entidad-relación de la base de datos.

Para la seguridad y el control de acceso, se implementó un modelo basado en roles, de tal manera que se presentan entidades como usuario, rol y menú, entrelazadas de una manera que permitía mantener una administración granular de los permisos, asegurando que los usuarios interactúen únicamente con las interfaces y procesos correspondientes a su nivel de autorización.

El núcleo operativo del sistema y la trazabilidad logística se sustentan mediante tablas que permiten gestionar la jerarquía de los componentes desde un nivel macro hasta un nivel micro. El flujo físico de los materiales importados bajo la modalidad de lotes desarmados se ve reflejado en una relación secuencial donde el ciclo inicia con la llegada de un lote, el cual agrupa varios contenedores que se asocian a la entidad store (bodega). Cada contenedor se desglosa en unidades de carga denominadas palet, los cuales finalmente contienen las cajas individuales (box), logrando una trazabilidad en forma de cadena que ayuda a rastrear el origen y estado de cada caja que ingresa a la estación.

Para manejar la lógica de negocio de la estación, el modelo incorpora un catálogo. La entidad modelo (model) define los modelos vehiculares y desglosa en la tabla component (componente) los componentes de cada vehículo. Esta estructura se consolida en la entidad recipe, la cual dictamina de manera automatizada la cantidad exacta de componentes requeridos y vincula una estación (work_station), sirviendo como plantilla de distribución.

Adicionalmente, se incorporan entidades destinadas a la distribución del trabajo, el control de suministro y la gestión de incidencias. Las entidades box_inspection_team y box_inspection_team_member permiten conformar equipos de trabajo asignando usuarios a cajas específicas para su apertura. Por otro lado, mediante las entidades cardboard y box_product_detail se controla la distribución específica de una caja, permitiendo ser utilizada luego para el proceso de distribución (supply), la cual permite registrar los tiempos y responsables del envío y recepción. Finalmente, en caso de discrepancias, la entidad engineering_issue actúa como un registro de control de producto no conforme.

c. Patrones arquitectónicos

- **Arquitectura Limpia (Clean Architecture).** Para garantizar la mantenibilidad, escalabilidad y un bajo acoplamiento en el código fuente, la construcción del backend se estructuró bajo los principios de Arquitectura Limpia. Esta decisión permitió separar estrictamente las responsabilidades tecnológicas de las reglas de negocio, dividiendo la solución en cuatro capas fundamentales: Dominio (*Domain*), Aplicación (*Application*), Infraestructura (*Infrastructure*) y Presentación (*Presentation*) como se muestra en la Fig. 20.

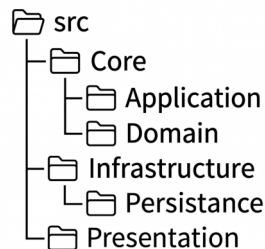


Figura 20. Diagrama de arquitectura limpia utilizada en el backend.

A continuación, se describe la responsabilidad de cada una de las capas presentadas:

- **Capa de Dominio:** Constituye el núcleo central del sistema y encapsula la lógica de negocio pura. En esta capa se definen las entidades fundamentales que mapean la estructura de la base de datos.
- **Capa de Infraestructura:** Es la encargada de gestionar la comunicación del sistema con el contexto del dominio. Toda operación que implique entrada y salida de datos se confina en este nivel. Provee las implementaciones concretas y operativas de las interfaces definidas en la capa de Aplicación.
- **Capa de Aplicación:** Define los casos de uso específicos del software, coordinando el flujo de información mediante el patrón Mediator. Recibe las instrucciones provenientes de la capa de presentación y utiliza interfaces para la persistencia de datos ejecutando las operaciones del dominio correspondiente.

- **Capa de Presentación:** Esta capa expone los recursos para que sean consumidos por aplicaciones cliente (frontend) interceptando las peticiones HTTP, enrutando la solicitud hacia la capa de Aplicación y retornando una respuesta estandarizada al cliente.

- **Patrón CQRS (Command Query Responsibility Segregation).** Se aplicó el patrón CQRS para separar físicamente las operaciones de lectura (consultas) de las operaciones de escritura (comandos). Este patrón se encuentra en la capa de Aplicación y encapsula las peticiones que modifican el estado del sistema como *Commands* y las solicitudes de extracción de datos como *Queries*, permitiendo establecer reglas de validación independientes para cada tipo de operación.

En la Figura 21 se puede observar como se comunican las capas de la arquitectura utilizada en el backend, manteniendo un flujo de dependencias unidireccional y utilizando el patrón CQRS para manejar los Comandos y las Consultas.

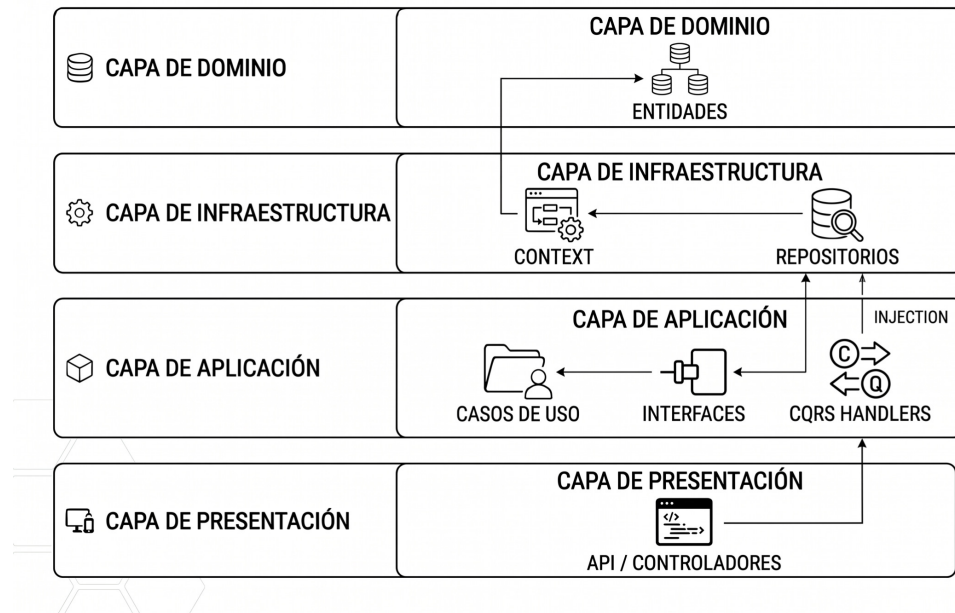


Figura 21. Representación gráfica de la arquitectura limpia del backend.

d. Prototipado de la interfaz de usuario

El diseño de la interfaz de usuario (UI) se estructuró bajo los principios de usabilidad, eficiencia y claridad visual. Para el prototipado se realizaron mockups, adoptando un diseño limpio y minimalista, utilizando la paleta de colores corporativos (tonos de azul, gris y blanco) para reducir la fatiga visual y mantener un alto contraste en las pantallas.

A continuación, se describen algunas de las vistas principales del sistema representadas mediante los prototipos de alta fidelidad diseñados:

- ***Inicio de sesión.*** La pantalla de inicio de sesión (Figura 22) presenta un diseño centrado en una tarjeta de autenticación limpia. Incluye el logotipo corporativo y campos para el ingreso de credenciales de usuario. Esta vista representa la primera capa de seguridad del sistema.



Figura 22. Mockup pantalla de inicio de sesión.

- ***Panel de control (Dashboard).*** Al ingresar, el usuario (coordinador y administrador) visualiza el Dashboard (Figura 23). Esta vista centraliza KPIs de la estación, mostrando gráficas que permiten ver el proceso operativo de las actividades de la esta-

ción.

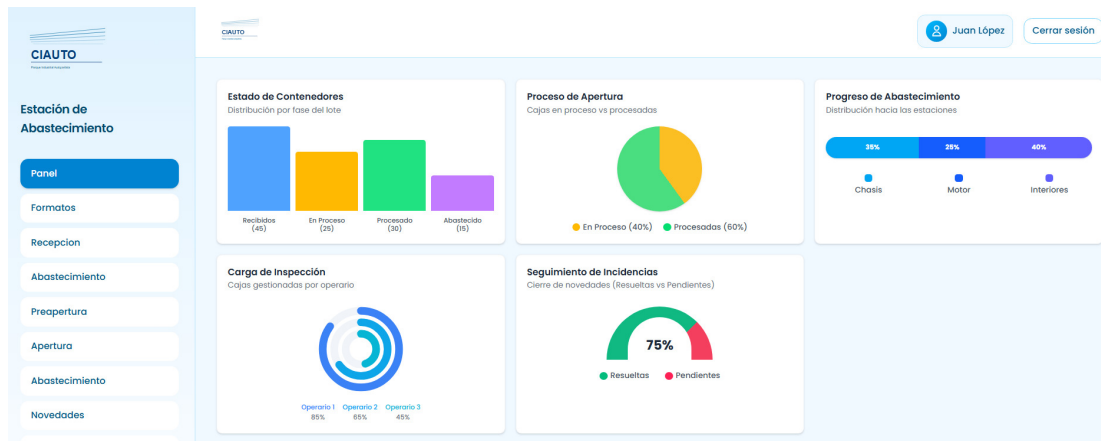


Figura 23. Mockup de pantalla de panel de control.

- **Gestión de usuarios.** Esta pantalla utiliza una tabla de registros con filtros superiores, útil para la gestión de usuarios realizado a través de formularios reactivos en modales emergentes (Figura 24 y Figura 25).

ID	Usuario	Nombres	Apellidos	Cedula	Telefono	Correo	Rol	Estado	Acciones
1	jramirez	Juan	Ramirez	1712345678	0991234567	juan.ramirez@ciauto.com	Operario	Activo	
2	mprieto	Maria	Prieto	0923456789	0987654321	maria.prieto@ciauto.com	Operario	Activo	
3	gandrade	Gina	Andrade	1711112233	0972233445	gina.andrade@ciauto.com	Montacargas	Inactivo	

Figura 24. Mockup de pantalla de usuarios.

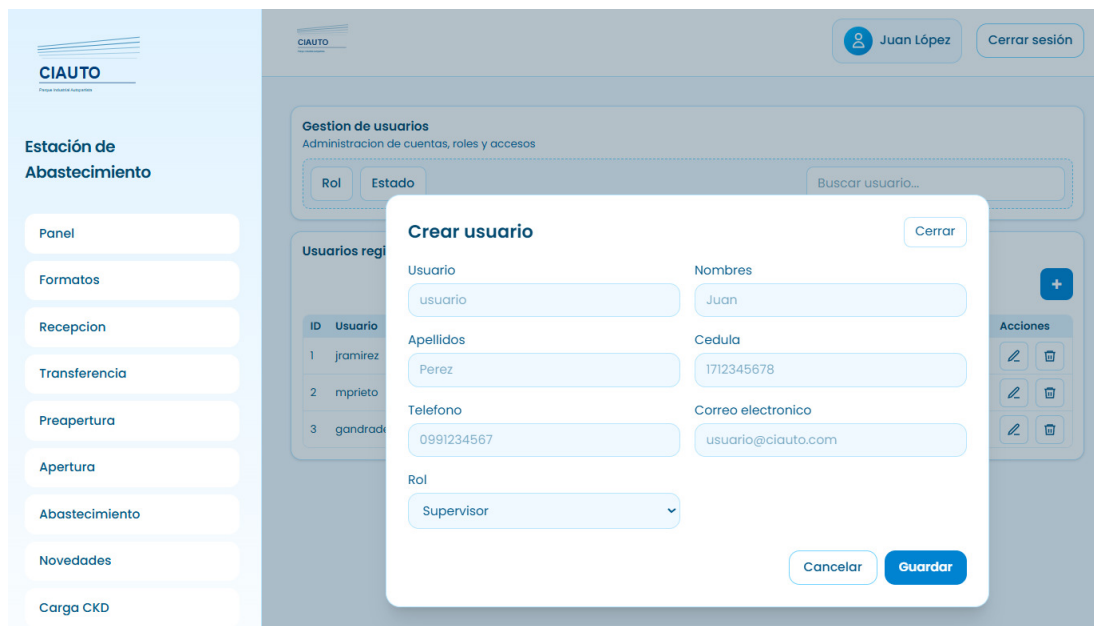


Figura 25. Mockup de creación de usuarios.

- **Carga de lotes.** La interfaz de carga inicial (Figura 26) permite al operador importar el archivo de origen (Excel con información detallada de lote). La vista incorpora una tabla interactiva que despliega y previsualiza la información clave extraída del archivo, asegurando una validación visual antes de ingresar la información.

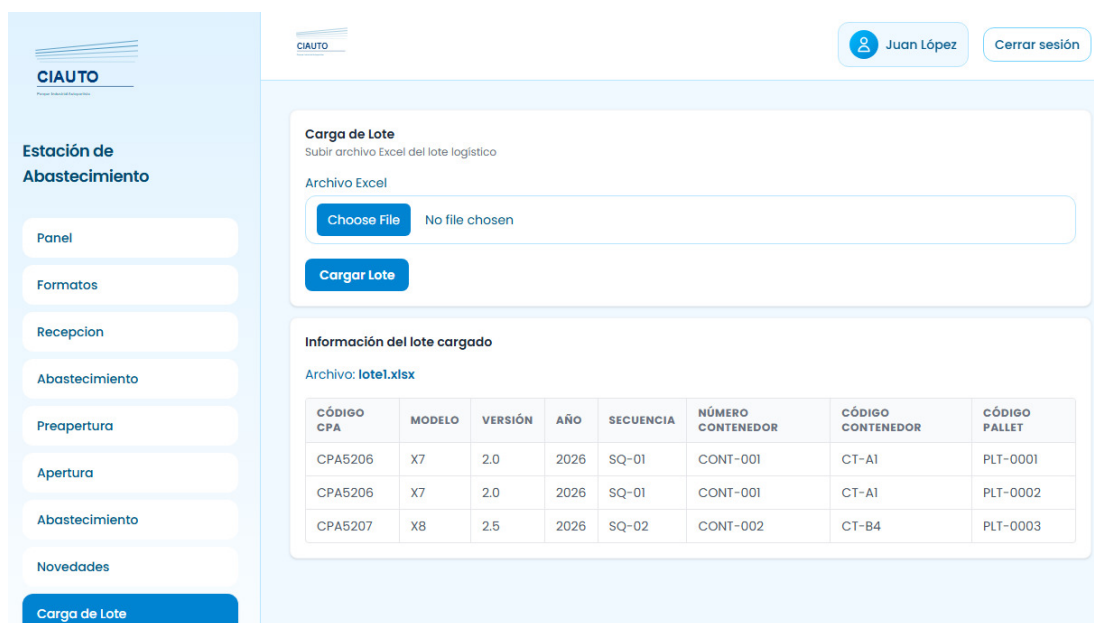


Figura 26. Mockup de pantalla de carga de archivo de Lote.

- **Generación de formatos.** La pantalla orientada a la generación de formatos se estructura en pasos secuenciales. Permiten seleccionar lotes específicos y desplegar tablas desglosadas por contenedor o palet mostrando los formatos que usaran los operarios para continuar sus operaciones (Figura 27 y Figura 28).

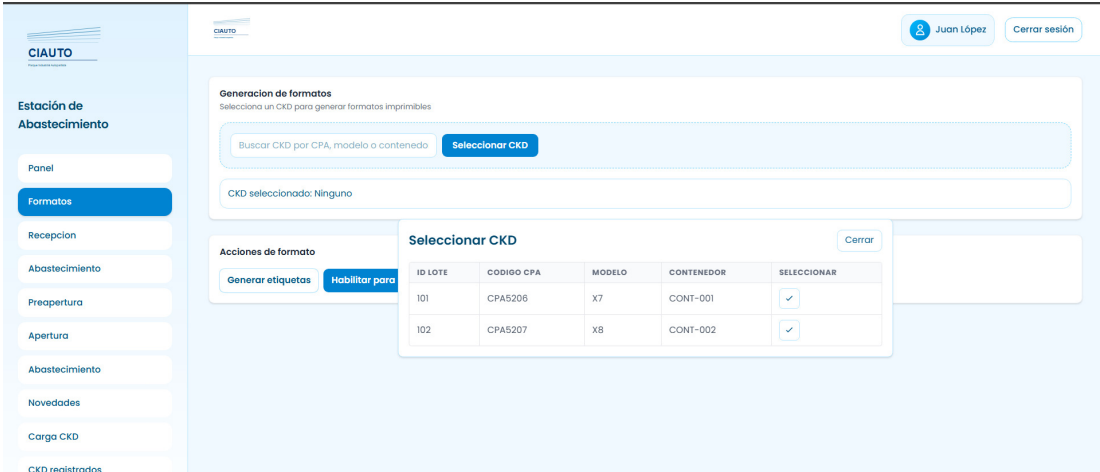


Figura 27. Mockup 1 de pantalla de generación de formatos.

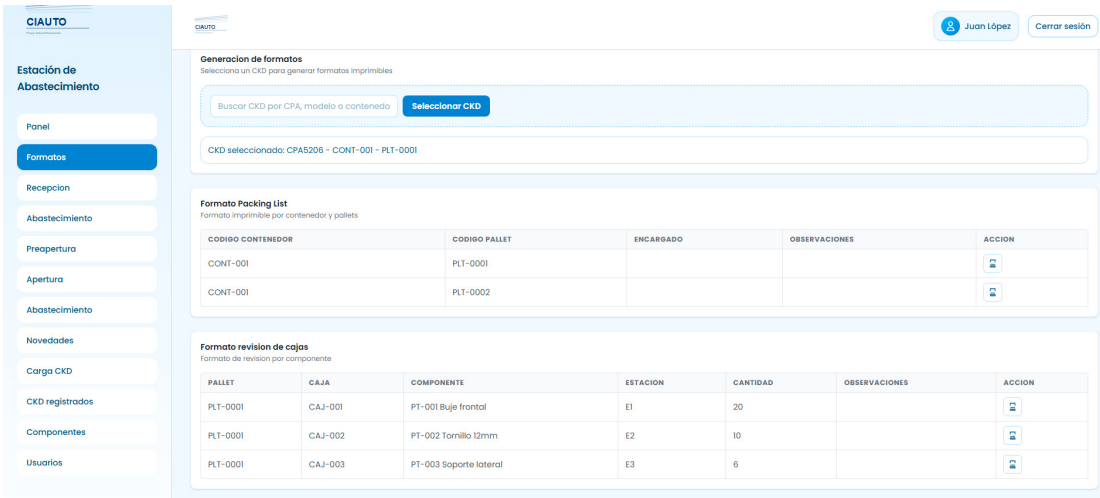


Figura 28. Mockup 2 de pantalla de generación de formatos

- **Preapertura.** Para la fase de preapertura (Figura 29), el diseño adopta un formato de lista de verificación dinámica. Al seleccionar un contenedor, se despliega una tabla que permite registrar ágilmente la recepción y colocación física de cada palet mediante casillas de verificación (checkboxes), enlazando al encargado de la tarea y permitiendo añadir observaciones.

CIAUTO

Procesos Automatizados de Logística

Juan López

Cerrar sesión

Estación de Abastecimiento

- Panel
- Formatos
- Recepcion
- Abastecimiento
- Preapertura**
- Apertura

Preapertura

Revision de pallets por CKD activo en modo checklist

Codigo de pallet

PLT-0001

Checklist de pallets

Control de pallets recibidos y colocados con observacion por fila

CONTENEDOR	PALLET	ENCARGADO	RECIBIDO	COLOCADO	OBSERVACION
CONT-001	PLT-0001	jamirez	☒	☒	Observacion
CONT-001	PLT-0002	mprieto	☒	☐	Observacion
CONT-002	PLT-0003	gandrade	☐	☐	Observacion

- **Apertura e inspección de cajas.** La vista de Apertura (Figura 30) permite al usuario seleccionar una caja específica, permitiendo formar grupos de trabajo y desplegando una tabla de control donde se realiza la validación de cajas revisadas en base con los formatos generados previamente en la pantalla de la Figura 27.

Figura 30. Mockup de interfaz de apertura de cajas.

- **Catálogo de componentes e instructivo.** La pantalla del catálogo de componentes (Figura 31) actúa como un instructivo digital interactivo. Cuenta con modales superpuestos para la creación y edición de piezas disponible para los usuarios con permisos administrativos (Figura 32).



Figura 31. Mockup de pantalla de catálogo de componentes

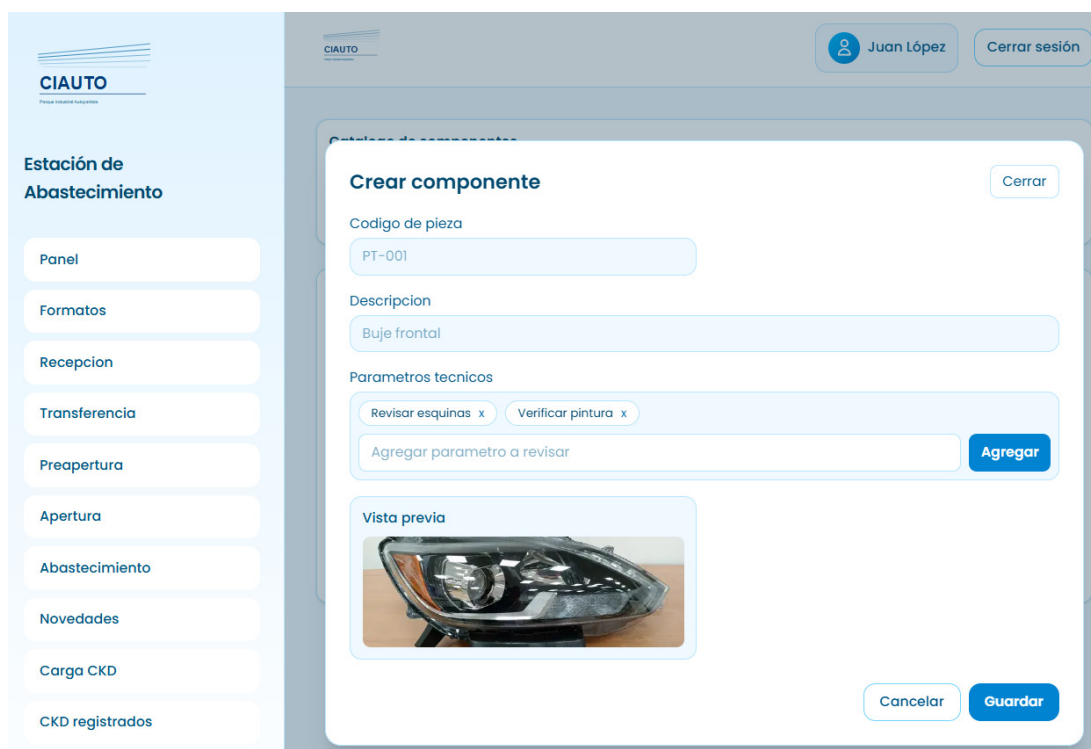


Figura 32. Mockup del formulario de creación de componentes.

- **Abastecimiento.** La pantalla de Abastecimiento (Figura 33) permite gestionar el tramo final hacia las estaciones. La interfaz permite seleccionar el lote, palet y caja, asignándolos a su estación de destino. Contiene una tabla de control que permite visualizar las transferencias de cartones revisados.

CONTENEDOR	PALLET	CAJA	COMPONENTE	CANTIDAD	ESTACIÓN DESTINO	ESTADO FINAL
CONT-001	PLT-0001	BOX-0101	PT-001 Buje frontal	20	Pintura	EN PROCESO
CONT-001	PLT-0002	BOX-0102	PT-002 Tornillo 12mm	10	Soldadura	PROCESADO
CONT-002	PLT-0003	BOX-0103	PT-003 Soporte lateral	6	Soldadura	EN PROCESO

Figura 33. Mockup de pantalla de abastecimiento de componentes.

3.3.4 Desarrollo

a. Configuración del tablero Kanban

Como se mencionó anteriormente, se adoptó la metodología ágil Kanban para el desarrollo del software, donde el control de las tareas se realizó mediante el tablero Kanban que fue estructurado con las siguientes columnas:

- **Backlog:** Contenedor inicial de todas las tareas del proyecto.
- **To Do (Por hacer):** Tareas seleccionadas y listas para ser codificadas en el ciclo actual de trabajo.
- **In Progress (En curso):** Funcionalidades que se encuentran en programación activa.
- **Testing / QA (Pruebas de calidad):** Tareas cuyo desarrollo ha concluido y requieren validación.

- **Done (Finalizado):** Tareas que han cumplido con los criterios de aceptación y han superado las pruebas.

A partir de la identificación de los requerimientos realizados en la fase de análisis se elaboraron historias de usuario (Anexo C) con la finalidad de identificar de una manera más precisa las necesidades de los diferentes usuarios. Dichas historias de usuario se manejaron como tareas (representando cada historia de usuario una tarea determinada) dentro del tablero Kanban. En la Figura 34 y Figura 35 se evidencia el estado inicial del tablero Kanban, donde todas las tareas identificadas se colocaron en el Backlog.

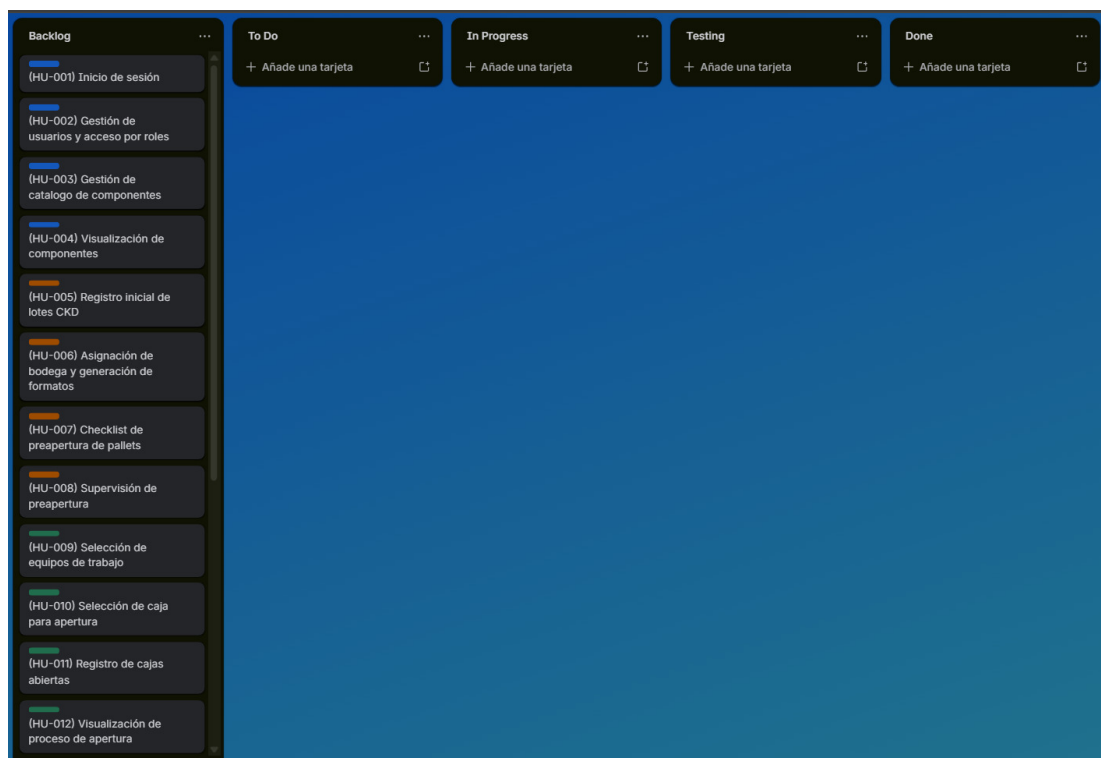


Figura 34. Tablero Kanban inicial.

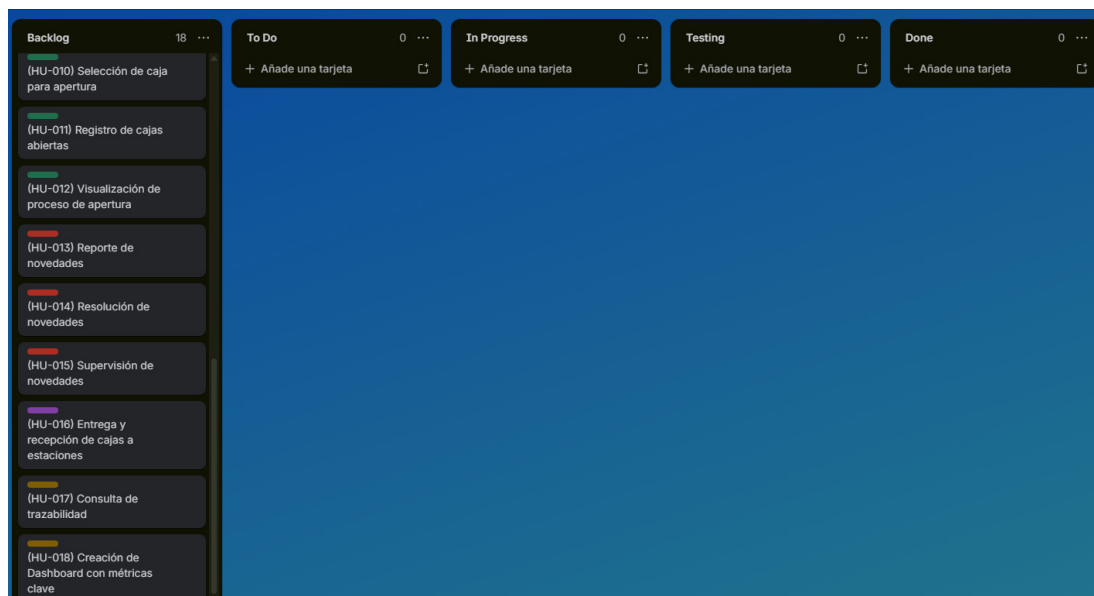


Figura 35. Tablero Kanban inicial (continuación).

Adicionalmente, como se observa en el tablero, las tareas fueron etiquetadas con diferentes colores, donde cada color representa una épica (Tabla 13), permitiendo agrupar las actividades por funcionalidades o módulos correspondientes.

Tabla 13. Asignación de colores por Épica para el Tablero Kanban.

Color de Etiqueta (Label)	Épica (Módulo)
Azul	Épica 1: Seguridad y administración de componentes
Naranja	Épica 2: Recepción y preapertura
Verde	Épica 3: Apertura
Rojo	Épica 4: Resolución de producto no conforme
Morado	Épica 5: Abastecimiento a línea
Amarillo	Épica 6: Trazabilidad y panel de control

Dado que el desarrollo fue realizado de manera individual, los límites de trabajo en progreso (WIP) se definieron tomando como referencia las épicas del sistema. De esta manera, se estableció que una épica debía completarse antes de avanzar a la siguiente con la finalidad de evitar la sobrecarga de tareas en las distintas columnas del tablero y mantener un flujo de trabajo organizado y eficiente.

Por ejemplo, para la épica correspondiente al inicio de sesión y gestión de componen-

tes, esta cuenta con cuatro tareas, lo que establece este número como límite de tareas concurrentes que pueden entrar a la columna To Do.

b. Ejecución y seguimiento de tareas

A continuación, se presentan diferentes estados de avance del tablero Kanban, visualizando el seguimiento y progreso de las tareas asociadas a cada épica a lo largo del desarrollo del proyecto, así como evidenciando su actualización progresiva a medida que se completaron las tareas y se movieron a través de las distintas columnas del tablero.

- **Desarrollo épica 1.** Como parte de los avances de la épica 1, se desarrollaron los módulos correspondientes a la gestión de acceso y administración del sistema, el estado del tablero se muestra en la Figura 36.

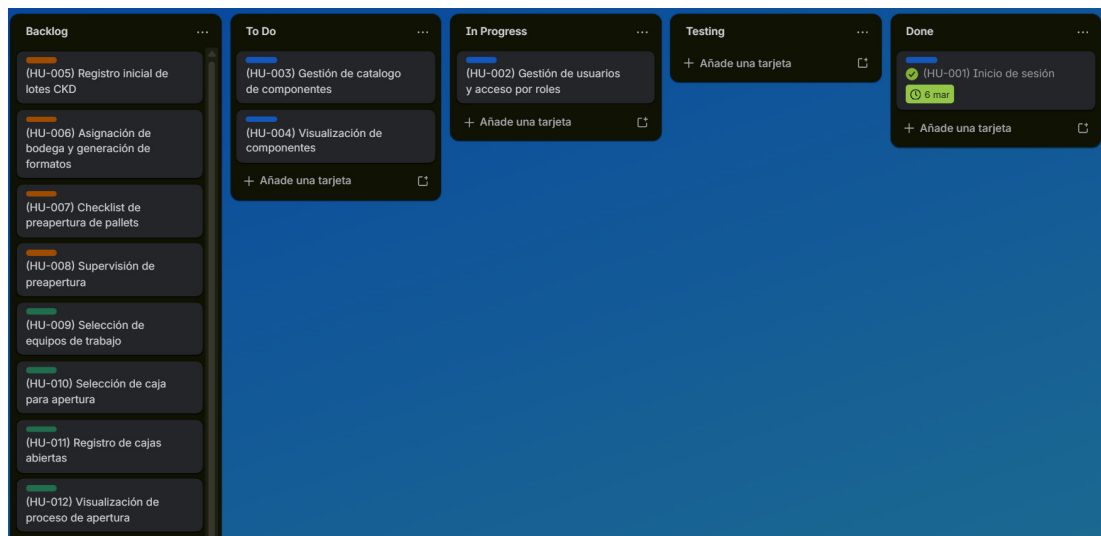


Figura 36. Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la épica 1.



Figura 37. Avance épica 1: Inicio de sesión.

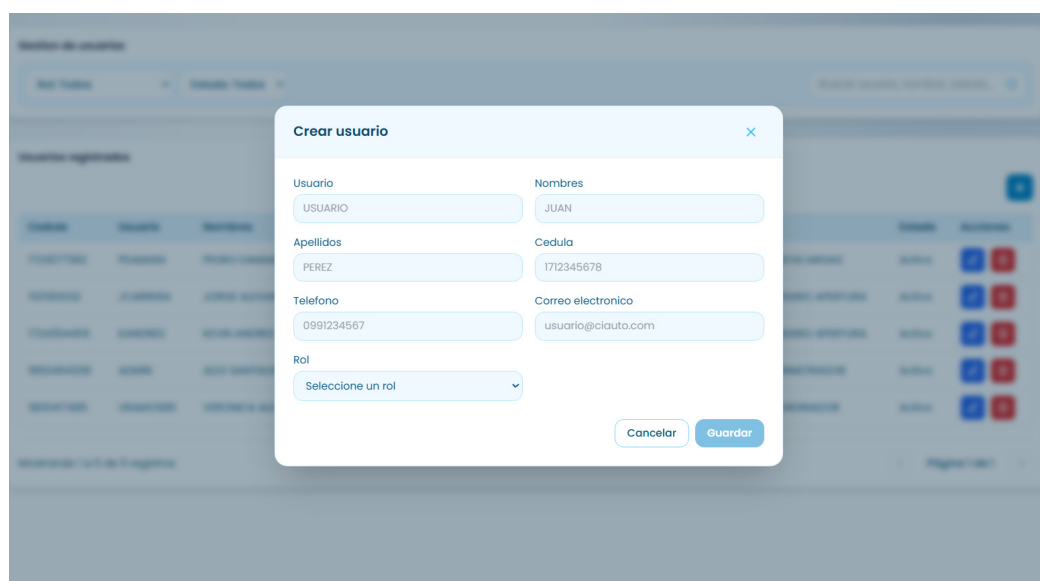


Figura 38. Avance épica 1: Gestión de usuarios.

CIAUTO
Parque Industrial Autoportatista

Q Buscar... User

Gestion de usuarios

Rol: Todos Estado: Todos

Usuarios registrados

Cedula	Usuario	Nombres	Apellidos	Telefono	Correo	Rol	Estado	Acciones
1723077382	PDAMIAN	PEDRO DAMIAN	BETANCOURT LOVATO	0982772382	sdsd@ciauto.ec	MONTACARGAS	Activo	
110160032	JCARRERA	JORGE ALEXANDER	CARRERA ARBOLEDA	0987213673	jcarrera@ciauto.ec	OPERARIO APERTURA	Activo	
1724354459	KANDRES	KEVIN ANDRES	FREIRE LUNA	0923263263	USER2@CIAUTO.EC	OPERARIO APERTURA	Activo	
1850464338	ADMIN	ALEX SANTIAGO	LIZANO MUÑOZ	0987730252	ALIZANO4338@UTA.EDU.EC	ADMINISTRADOR	Activo	
1800417485	VRAMOS85	VERONICA ALEJANDRA	ROMERO LÓPEZ	0928173263	vramos@ciauto.ec	COORDINADOR	Activo	

Mostrando 1 a 5 de 5 registros < Página 1 de 1 >

Figura 39. Avance épica 1: Creación de usuarios.

CIAUTO
Parque Industrial Autoportatista

Q Buscar... User

Catalogo de componentes

Componentes registrados

 5120126XPW01A LARGUERO LH - PISO FR	PARÁMETROS REVISIÓN DE GOLPES Y RAYONES	 5120128XPW01A CANAL MEDIO	PARÁMETROS - REVISAR QUE NO EXISTAN CORTES - REVISAR MATERIAL CORRECTO
---	---	---	---

Mostrando 1 a 2 de 2 registros < Página 1 de 1 >

Figura 40. Avance épica 1: Catálogo de componentes.

- **Desarrollo épica 2.** Como avances de la épica 2, se desarrollaron los módulos correspondientes a la carga de lotes, la generación de formatos y la preapertura de contenedores y palets. El avance del tablero se muestra en la Figura 41.

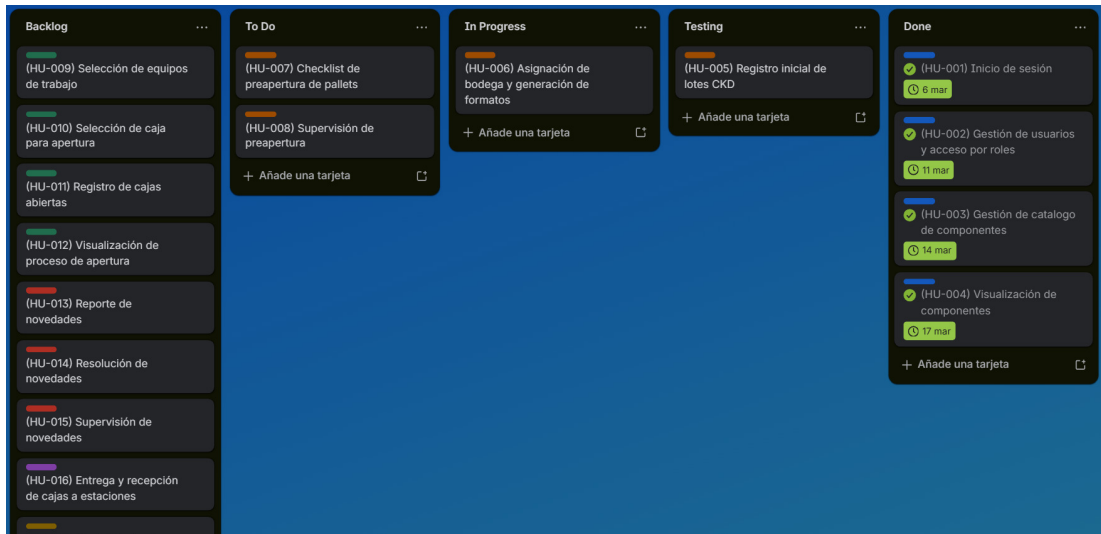


Figura 41. Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la época 2.

Cargar Lote
Sistema / CKD / Cargar Lote

Cargar Archivo Packing List KYC.xlsx **Guardar Lote**

CÓDIGO DE LOTE: L02CKF45013 PRODUCTO / MODELO: CKF45013 FECHA DE LLEGADA: 04/17/2026

Lote cargado

Contenedores: 15 Pallets (Cases): 259 Cajas (Cartons): 1792

Detalle de Registros

No.	No. Contenedor	No. CASE (Pallet)	No. Cartón (Box)	Código de Componente	Descripción (Inglés)	Cant. Empaque	Cant. Total
294	GLDU9935931	FW180	FI4	CK3921014R20-C1	Car name plate	60	60
295				CK3921018TA	post-logo	60	60
296				CK3921028R20-C1	Child lock label right	60	60
297				CK3921029R20-C1	Child lock label left	60	60
298				CK3921302S1G1	ABS symbol	60	60
299				CK8500019F1	Vehicle identification	60	60
353			FI062	CK1608200R20GI	Clutch master pump assembly	20	60
354				GBT882-2008-8-30	pin	20	60
355				GBT97.1-2002-8	Plain washer	20	360
356			FI063	CK1608200R20GI	Clutch master pump assembly	20	60
357				GBT882-2008-8-30	pin	20	60

Figura 42. Avance época 2: Carga de lote.

Formatos para Lote: LI2CIA20
Visualización de formatos del lote

ID LOTE: 12 CÓDIGO LOTE: LI2CIA20 PRODUCTO: CAMI [Generar Formatos](#)

[Formato de Descarga](#) [Formato de Desempaque](#)

Contenedor: LIC22026					Bodega: ESTACION	Pallets: 2
PALLET	OK	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN	RECLAMO	CAJAS	
LICIP32026	☐	Contenido	Descripción	☐	2	
LICIP42026	☐	Contenido	Descripción	☐	2	

Contenedor: LIC32026					Bodega: ESTACION	Pallets: 2
PALLET	OK	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN	RECLAMO	CAJAS	
LICIP52026	☐	Contenido	Descripción	☐	3	
LICIP62026	☐	Contenido	Descripción	☐	1	

Figura 43. Avance épica 3: Generación de formatos.

Descarga de Contenedores

LI2CIA20 [Buscar CKD](#)

Checklist de pallets
Control de pallets recibidos y colocados con observación por fila

Contenedor: LIC22026					Bodega: ESTACION	Pallets: 2
PALLET	OK	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN	RECLAMO	CAJAS	ACCIÓN
LICIP32026	☒	Piso Frontal	Descripción	☐	2	Ver
LICIP42026	☐	Contenido	Descripción	☐	2	Ver

Contenedor: LIC32026					Bodega: ESTACION	Pallets: 2
PALLET	OK	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN	RECLAMO	CAJAS	ACCIÓN
LICIP52026	☐	Contenido	Descripción	☐	3	Ver
LICIP62026	☐	Contenido	Descripción	☐	1	Ver

Figura 44. Avance épica 2: Descarga de contenedores.

- **Desarrollo épica 3.** Como resultado de la épica 3, se realizó la implementación de los módulos correspondientes al proceso de selección de equipos de apertura y el desempaque de cajas, en la Figura 45 se muestra el estado del tablero Kanban durante el desarrollo de esta épica.

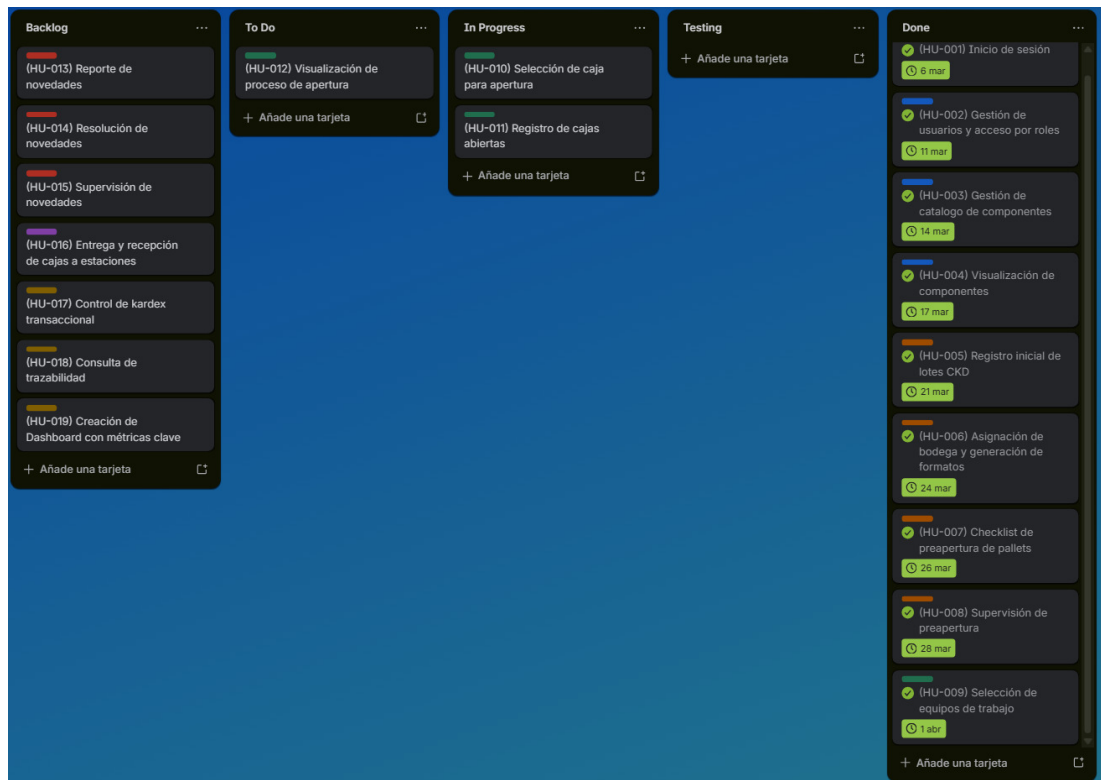


Figura 45. Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la épica 3.

Apertura de cajas - Equipo de trabajo

Equipo encargado de la caja

KEVIN ANDRES FREIRE LUNA JORGE ALEXANDER CARRERA ARBOLEDA x

Seleccione un usuario para agregar...

Agregar

Aceptar

Caja actual: LICIPB42026

Detalle de componentes e información de estaciones de la caja activa

Detalle de la caja

CÓDIGO COMPONENTE	NOMBRE COMPONENTE	CANT. ESPERADA	ESTACIÓN	CANT. POR CARTÓN	CÓD. PALLET	OPERARIO	ACCIÓN
sds	LARGUERO LH - PISO FR	60	Pintura	60	LICIP32026	N/A	

Figura 46. Avance épica 3: Selección de equipos y apertura de cajas.

- **Desarrollo épica 4.** Para la épica 4, se desarrollaron los módulos correspondientes a la gestión de incidencias de producto no conforme, en la Figura 47 se puede observar el desarrollo de la vista principal de la resolución de novedades.

Novedades				
Sistema / Novedades / Lista				
Novedades registradas Total: 3 Solucionadas: 1				
Pallet	Caja	Tipo	Estado	Acción
P001	C15	Reparación	Pendiente	Seleccionar
P002	C08	Faltante	Solucionada	Seleccionar
P003	C22	Observación	Pendiente	Seleccionar
Mostrando 1 a 3 de 3 registros				
Novedad en curso Detalles de la novedad seleccionada Información Pallet: P001 Caja: C15 Tipo: Reparación Fecha: 2025-04-27 Observación Caja con golpe en esquina inferior				

Figura 47. Avance épica 4: Resolución de producto no conforme.

- Desarrollo épica 5.** Para la épica 5, se desarrollaron los módulos correspondientes al abastecimiento de cartones a las estaciones y líneas de producción. El estado del tablero Kanban durante el desarrollo de esta épica se muestra en la Figura 48.

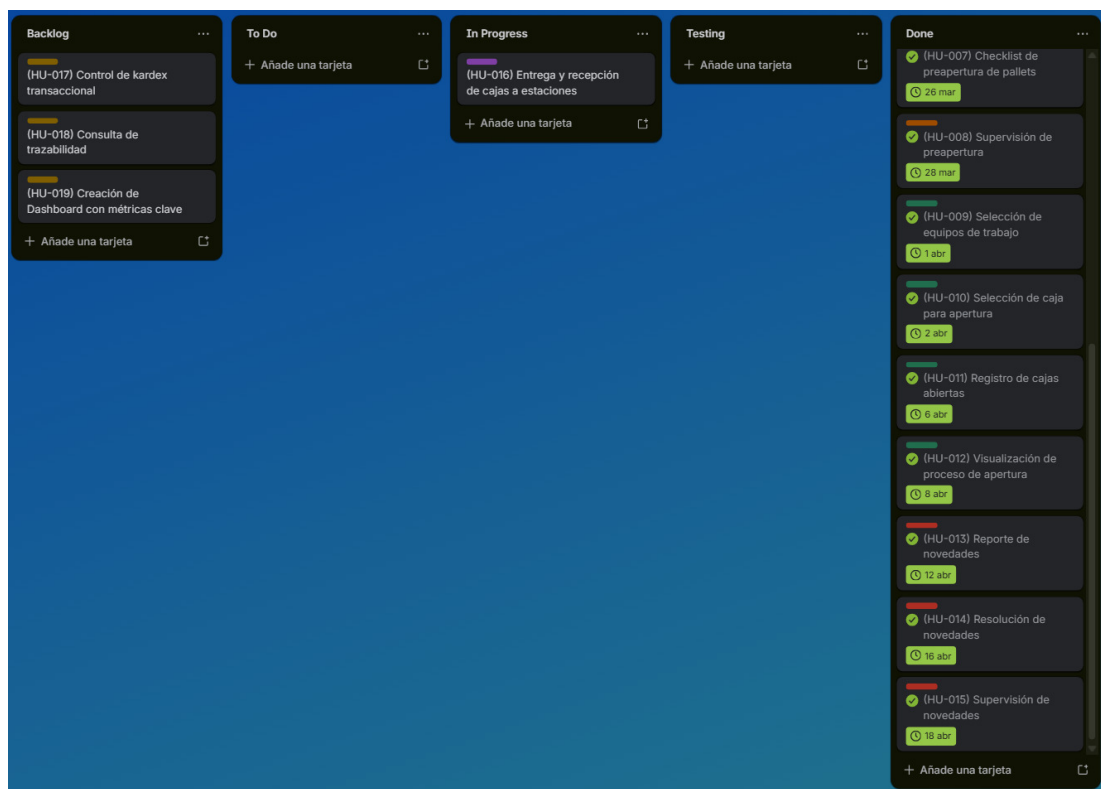


Figura 48. Tablero Kanban en proceso de desarrollo de la épica 5.

- **Desarrollo épica 6.** Finalmente, para la épica 6 se desarrollaron los módulos correspondientes a la trazabilidad de los procesos y el panel de control (Dashboard) para la visualización de KPIs, en la Figura 49 se puede observar la vista principal implementada en esta épica.

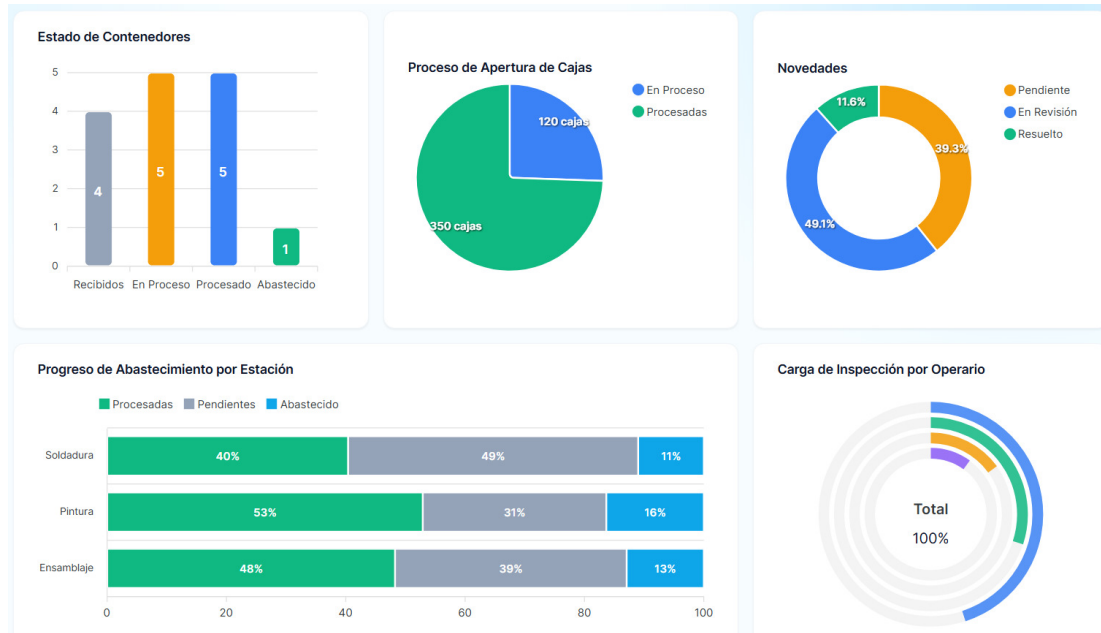


Figura 49. Avance épica 6: Panel de control (Dashboard).

Al concluir el desarrollo de todas las tareas planificadas, incluyendo la épica 6, el tablero Kanban quedó completamente actualizado, reflejando el estado completo del proyecto, con todas las actividades registradas en la columna de *Done* como se puede apreciar en la Figura 50.

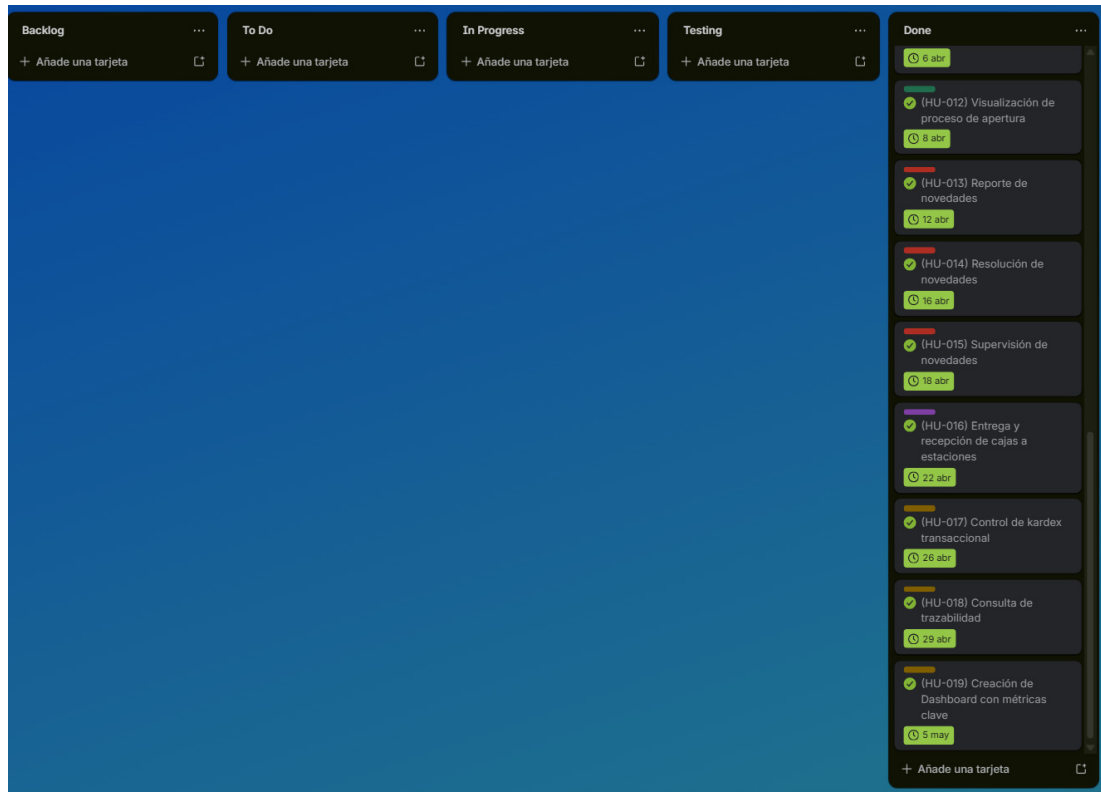


Figura 50. Tablero Kanban final con tareas finalizadas.

c. Desarrollo de backend

El backend se organizó siguiendo la estructura definida por la arquitectura limpia presentada en la Figura 20, dividiendo el código fuente en cuatro capas principales: Dominio, Aplicación, Infraestructura y Presentación. Esto permitió separar las responsabilidades mediante el uso de distintas carpetas y proyectos dentro de la solución de Visual Studio, como se muestra en la Figura 51.

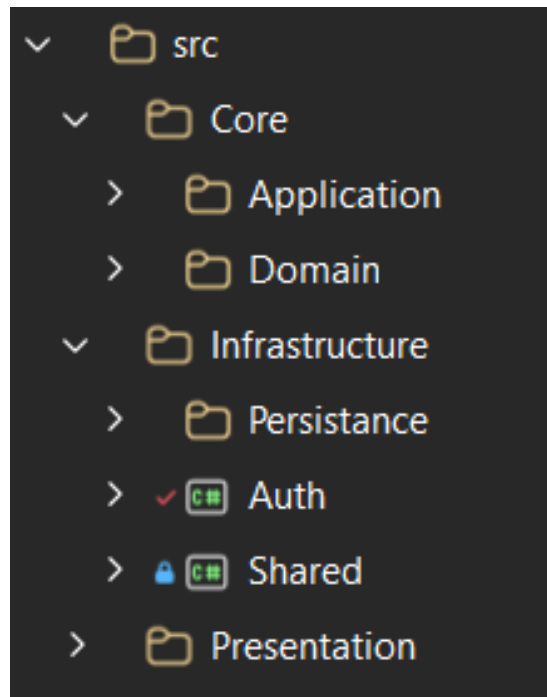


Figura 51. Representación gráfica de la arquitectura limpia del backend.

A continuación, se presenta la estructura de cada capa:

- **Capa de Dominio.** En esta capa se encuentran las Entidades (clases que representan las tablas de la base de datos como `Lote`, `Componente` o `Usuario`).

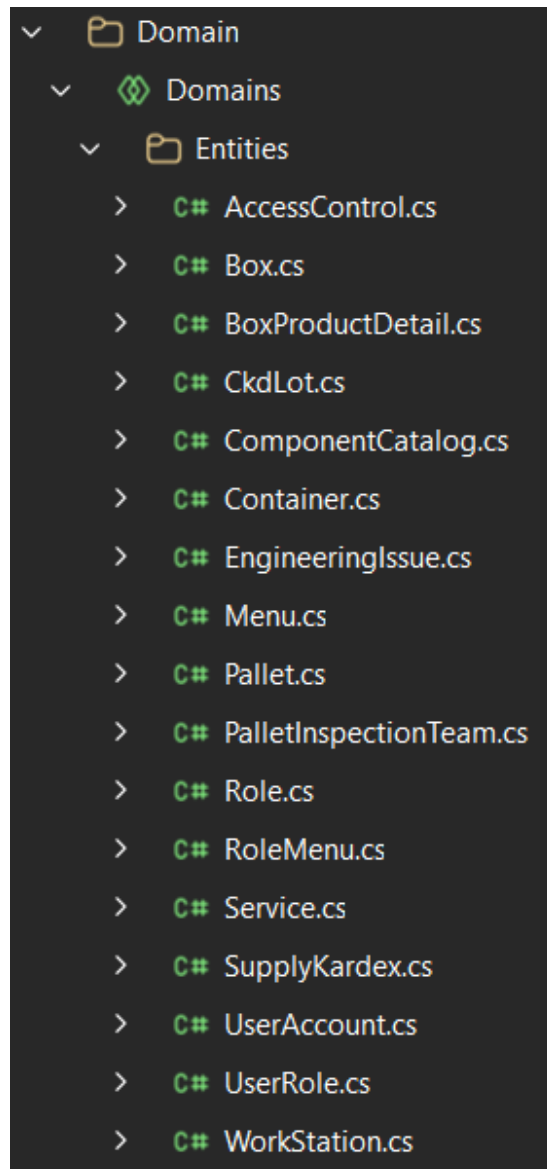


Figura 52. Estructura de la capa de Dominio.

- **Capa de Aplicación.** En esta capa se encuentran los DTOs utilizados, las interfaces de los repositorios (patrón repository) y los handlers de la aplicación expresados mediante el patrón CQRS.

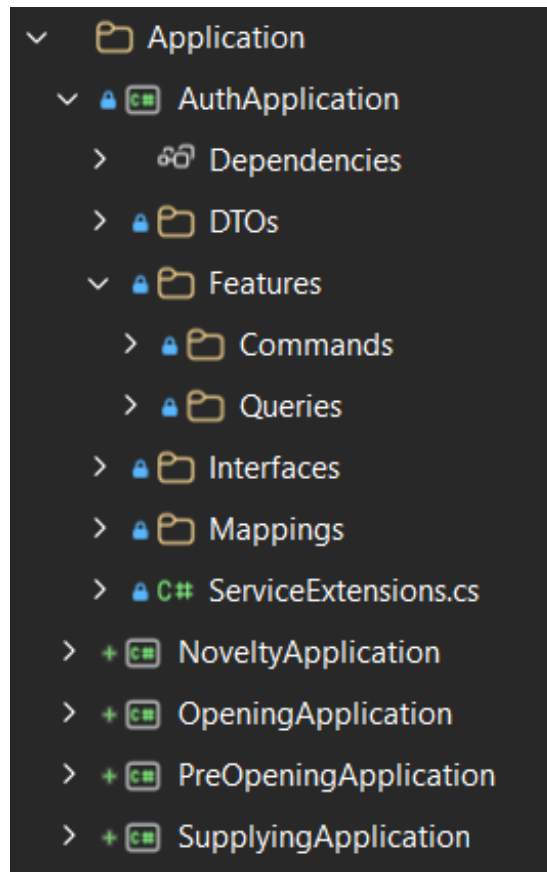


Figura 53. Estructura de la capa de Aplicación.

- **Capa de Infraestructura.** Esta capa contiene el contexto de acceso a datos configurado, la integración de los repositorios y los mecanismos de seguridad mediante la validación de tokens JWT.

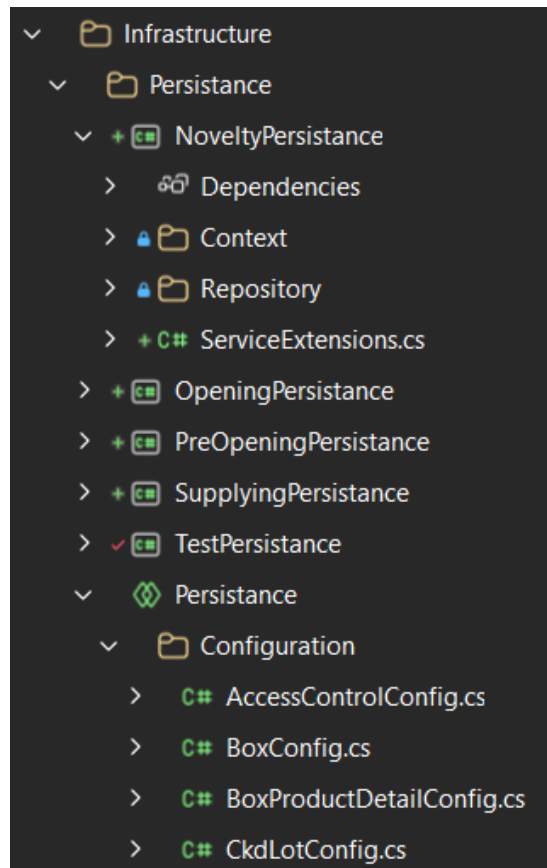


Figura 54. Estructura de la capa de Infraestructura.

- **Capa de Presentación.** En esta capa se encuentran proyectos ASP.NET Core (Web APIs) que presentan controladores con sus respectivos endpoints definidos, adicionalmente cuentan con la configuración del middleware para el manejo global de excepciones y la documentación interactiva a través de Swagger.

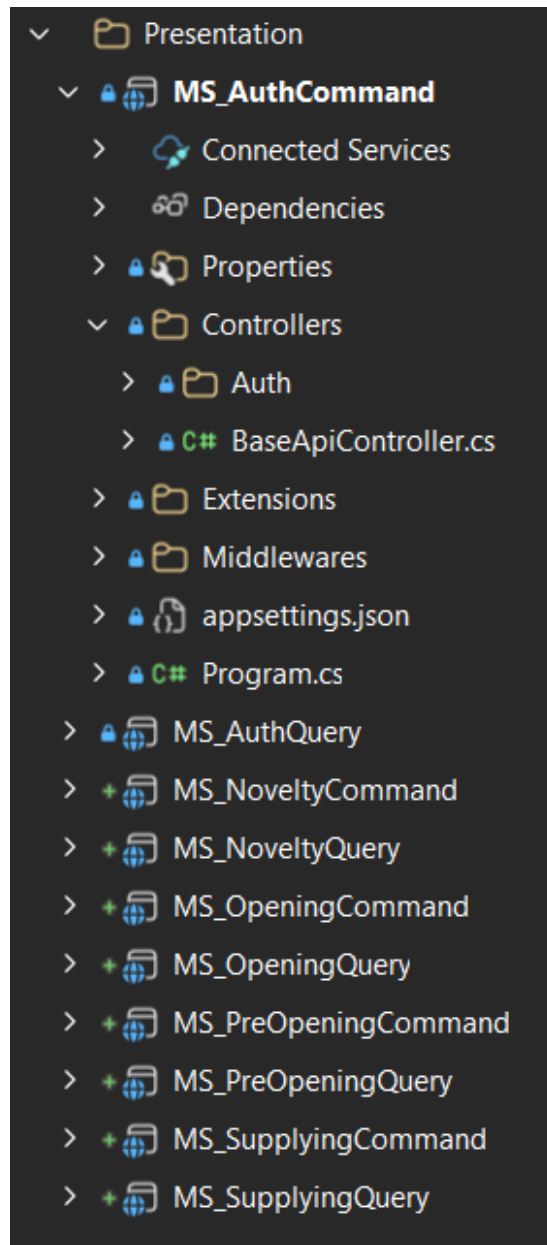
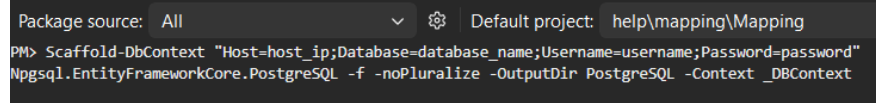


Figura 55. Estructura de la capa de Presentación.

- **Modelo de datos y persistencia.** Adicionalmente, la interacción entre la lógica de negocio y el motor de base de datos se realizó mediante el uso de Entity Framework Core (EF Core). Se adoptó la estrategia Database First, permitiendo derivar modelos de clases de C# a partir del esquema de base de datos, garantizando la integridad de las relaciones y tipos de datos definidos en el diseño. Adicionalmente, esto permitió realizar las operaciones mediante sintaxis LINQ (Language Integrated Query).

Para materializar este mapeo, se utilizó Scaffolding para generar el contexto de la base

de datos (DbContext) y las entidades de dominio correspondientes a las tablas de la base de datos mediante el comando mostrado en la Figura 56.



```
Package source: All
PM> Scaffold-DbContext "Host=host_ip;Database=database_name;Username=username;Password=password"
Npgsql.EntityFrameworkCore.PostgreSQL -f -noPluralize -OutputDir PostgreSQL -Context _DbContext
```

Figura 56. Comando de Scaffolding para generar el contexto y entidades de la base de datos.

d. Desarrollo de frontend

Para garantizar la escalabilidad y el rendimiento de la aplicación web, se adoptó la arquitectura basada en componentes independientes Standalone Components, prescindiendo del uso tradicional de módulos NgModules, permitiendo una estructura del proyecto organizada y mantenible, las carpetas se organizaron por funcionalidades, agrupando los componentes, servicios y modelos relacionados dentro de cada bloque funcional como se muestra en la Figura 57.

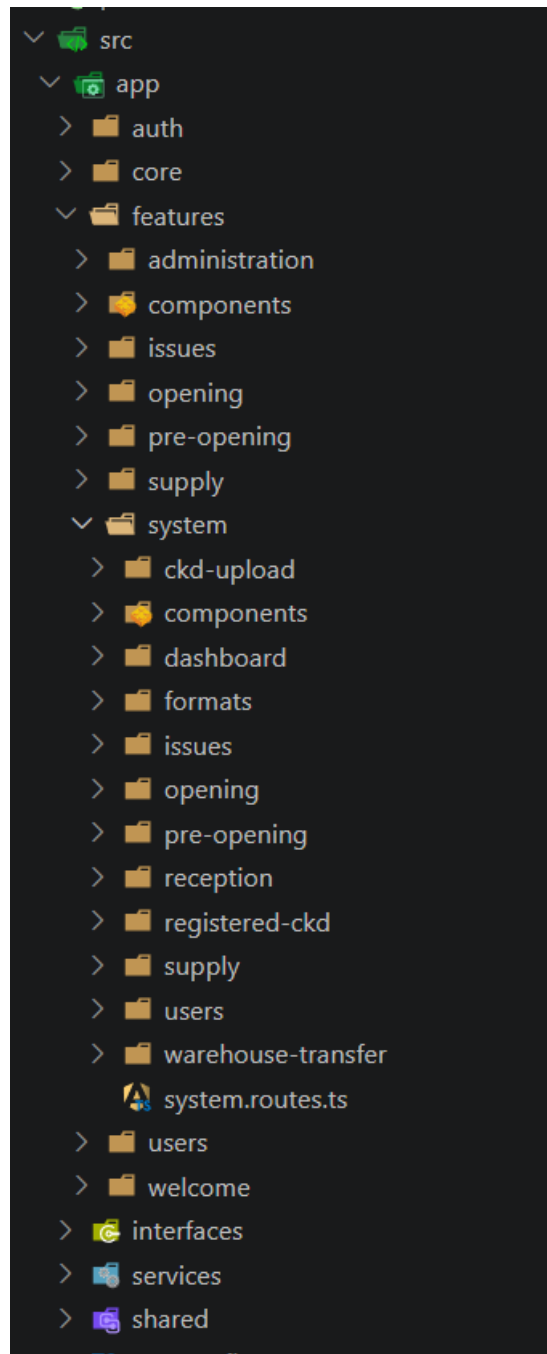


Figura 57. Organización de carpetas del frontend.

e. Módulo de análisis de datos

Para la elaboración de un dashboard interactivo se implementó un módulo de análisis de datos, para ello se utilizó un análisis descriptivo con la finalidad de transformar los datos operativos transaccionales en información estructurada, permitiendo a la coordi-

nación evaluar la eficiencia del proceso logístico y fundamentar la toma de decisiones desde el sistema.

Para medir la eficacia de las operaciones, se seleccionaron cinco métricas del flujo de trabajo de la estación de abastecimiento definidas en conjunto con la coordinadora de la estación mediante la entrevista semiestructurada realizada.

- **Estado de contenedores:** Muestra de manera cuantificable en qué fase del proceso logístico se encuentran los contenedores. Permite identificar cuellos de botella iniciales rastreando el volumen de contenedores según su estado.
 - **Proceso de apertura de cajas:** Ofrece una métrica sobre el progreso físico de la apertura de cajas. Evalúa la proporción exacta entre las cajas que se encuentran actualmente en proceso frente a aquellas que ya han sido procesadas.
 - **Progreso de abastecimiento por estación:** Permite comparar el flujo de entrega entre las diferentes áreas de producción. Evalúa el porcentaje de piezas procesadas, pendientes y abastecidas para determinar la cantidad de componentes que se han entregado.
 - **Carga de inspección por operario:** Evalúa el rendimiento del personal en cuanto al trabajo que han realizado, permitiendo identificar la capacidad del personal, así como brechas en la capacitación o áreas de mejora para el equipo operativo.
 - **Seguimiento de incidencias:** Permite monitorear la cantidad y el estado de las novedades detectadas durante la inspección. Esta métrica es vital para coordinar con el área de ingeniería la resolución de problemas de calidad.
-
- **Procesamiento analítico.** Para el procesamiento analítico de los datos, se implementó un módulo específico dentro del backend que se encarga de ejecutar consultas optimizadas para la extracción de las métricas definidas. Para ello se realizaron consultas agregadas mediante el uso de LINQ, permitiendo realizar un procesamiento analítico que optimice los recursos y se encargue de agrupar, sintetizar y realizar cálculos necesarios.

- **Presentación de métricas.** Los datos procesados por las WebAPIs del backend fueron consumidos por el frontend para renderizar un dashboard interactivo. Este panel fue implementado mediante la librería ApexCharts para la generación de componentes gráficos dinámicos y adaptativos, realizando la siguiente representación gráfica para los indicadores definidos:

1. **Gráfico de columnas:** Utilizado para el estado de contenedores. Muestra rápidamente las fases del lote logístico, graficando las columnas para los estados Recibidos, En Proceso, Procesado y Abastecido.
2. **Gráfico de pastel:** Empleado para el proceso de apertura de cajas. Ofrece un vistazo directo de la proporción entre las cajas que se encuentran en proceso y las que ya han sido procesadas.
3. **Gráfico de barras horizontales apiladas:** Diseñado para visualizar el progreso de abastecimiento hacia las estaciones. Permite visualizar las proporciones de cartones que se están manejando abastecer cada área.
4. **Gráfico radial múltiple:** Utilizado para evaluar la carga de inspección por operario. Representa el porcentaje de cajas gestionadas por cada trabajador a través de anillos concéntricos, facilitando la identificación visual de la capacidad operativa que está teniendo cada operario.
5. **Gráfico semi-circular:** Empleado para el seguimiento de incidencias. Permite visualizar el cumplimiento del cierre de novedades, comparando las resueltas frente a las pendientes.

El dashboard diseñado se presenta en la Figura 58.

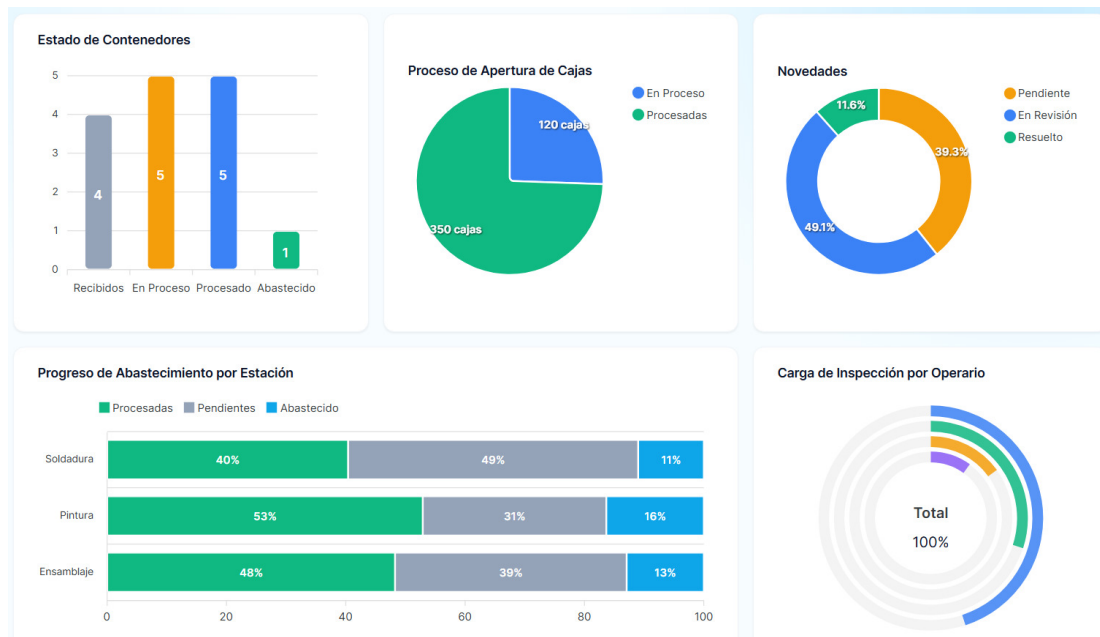


Figura 58. Dashboard con las métricas de análisis descriptivo.

3.3.5 Pruebas

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema asegurando que cumpla con los requerimientos definidos, se diseñó y ejecutó un guion de pruebas funcionales basado en el flujo de trabajo del proyecto. La validación se centró en evaluar el comportamiento del sistema desde la perspectiva del usuario final.

El diseño de los casos de prueba tomó como base los criterios de aceptación de las historias de usuario (Anexo D). Para llevar a cabo la ejecución de las pruebas, se elaboró un guion de pruebas estructurado bajo los siguientes parámetros:

- **Historia de Usuario (HU):** Identificador de la funcionalidad general a evaluar.
- **Escenario a Probar:** Delimitación de las condiciones específicas de la prueba.
- **Acción:** Detalle de las interacciones a realizar para realizar la prueba.
- **Resultado Esperado:** El comportamiento ideal que el sistema debe reflejar tras la ejecución de la acción.

El proceso de ejecución de las pruebas funcionales se desarrolló dentro de un entorno de desarrollo controlado, donde se procedió con la interacción directa sobre los distintos módulos del software, siguiendo las acciones descritas en el guion de pruebas, permitiendo contrastar el comportamiento del sistema frente a los resultados esperados.

Asimismo, el comportamiento del sistema en cada escenario fue evaluado y registrado en el guion de pruebas, documentando si una prueba fue exitosa o fallida. Para el caso de las pruebas fallidas se documentaron las incidencias encontradas, permitiendo realizar un análisis para identificar las causas y realizar las correcciones necesarias.

El guion de pruebas se presenta en el Anexo D, detallando los casos de prueba de cada una historia de usuario, así como los resultados obtenidos durante la ejecución de las pruebas.

Adicionalmente, a continuación se presentan algunas de las pantallas principales del sistema durante la ejecución de algunas de las pruebas funcionales, evidenciando el comportamiento del sistema:

3.3.6 Recolección de métricas de validación

Con la finalidad de analizar el impacto de la implementación del sistema digital frente al modelo operativo manual utilizado en la estación de abastecimiento de CIAUTO, se realizó una comparación de tiempos que tardaron algunos usuarios en realizar procesos documentales de la estación.

Para la recolección de tiempos, se definieron dos escenarios clave, en el primero se evaluarán tiempos de operarios en procesos documentales que se realizan en las tareas operativas de la estación, mientras que en el segundo escenario se compararon únicamente los tiempos de las tareas realizadas por la parte administrativa (coordinadora del área). En ambos escenarios se utilizó la técnica del cronómetro para capturar los tiempos de cada tarea con precisión, registrando los resultados en minutos y segundos.

a. Escenario 1

Para el primer escenario, se seleccionaron cuatro operarios de la estación, quienes realizaron algunas de las tareas documentales correspondientes a los procesos operativos dentro del área, la Tabla 14 resume los tiempos obtenidos.

Tabla 14. Tiempos recolectados para los procesos documentales del escenario 1.

Proceso	Tarea	Tiempo (mm:ss)			
		Op. 1	Op. 2	Op. 3	Op. 4
Procedimiento manual					
Recepción y preapertura	Búsqueda de palets en Packing List	06:11	06:03	05:30	05:51
	Registro de descarga de contenedores	06:23	04:31	05:48	06:18
Apertura	Definición de equipos de trabajo	02:13	01:49	01:50	02:25
	Revisión de pieza en manual de revisión	07:27	07:50	08:10	06:42
	Selección y registro de caja abierta	05:03	04:45	04:39	05:14
Resolución de novedades	Notificar novedad detectada	04:15	04:20	04:43	05:27
Abastecimiento	Registrar formulario de envío-recepción	06:12	05:53	06:15	06:54
Procedimiento con el sistema					
Recepción y preapertura	Búsqueda de palet en Packing List	01:20	01:40	01:01	00:54
	Registro de descarga de contenedores	03:19	03:12	03:31	03:03
Apertura	Definición de equipos de trabajo	01:10	00:46	00:57	01:02
	Revisión de pieza en manual de revisión	00:30	00:37	00:42	00:35
	Selección y registro de caja abierta	03:08	03:35	03:22	03:14
Resolución de novedades	Notificar novedad detectada	02:45	02:57	03:15	02:39
Abastecimiento	Registrar formulario de envío-recepción	02:17	02:25	02:22	02:35

b. Escenario 2

Para el escenario 2, se recolectaron los tiempos de la coordinadora del área, quien es la encargada de realizar tareas administrativas dentro de la estación como la generación de formatos y el registro de información. La Tabla 15 resume los tiempos obtenidos.

Tabla 15. Tiempos recolectados de tareas administrativas del escenario 2.

Tarea	Tiempo (mm:ss)
	Coordinadora
Procedimiento manual	
Ingreso de datos de lote	28:16
Generación de formato para Packing List	21:38
Generación de formato de desembalaje	26:48
Registro de componentes al catálogo	05:15
Registro de información de formularios	43:00
Procedimiento con el sistema	
Ingreso de datos de lote	04:28
Generación de formato para Packing List	01:21
Generación de formato de desembalaje	03:18
Registro de componentes al catálogo	02:38
Registro de información de formularios	00:00

3.4 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la ejecución de las actividades de desarrollo e implementación del sistema, así como el análisis de los riesgos y la validación del sistema.

3.4.1 Procesos y vulnerabilidades

Luego de analizar los riesgos identificados en la Tabla 6, se realizó una conversión de los criterios de evaluación (Tabla 5) a una escala numérica (1-3) con la finalidad de obtener el nivel de riesgos que estaba presente en los procesos anteriores a la implementación del sistema, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto} \quad (1)$$

En la Tabla 16 se presentan los resultados de la cuantificación del nivel para los riesgos identificados.

Tabla 16. Nivel de riesgo cuantificado para los riesgos identificados.

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo
R1: Discrepancia de datos en el ingreso de lotes	3	3	9
R2: Inconsistencia en la distribución física de componentes	3	2	6
R3: Registro y seguimiento ineficiente de novedades	2	3	6
R4: Fallos en el control y entrega de componentes	2	3	6
R5: Ineficiencia operativa y vulnerabilidad de datos	3	3	9
R6: Retrasos por generación manual de formatos	3	3	9
R7: Toma de decisiones subjetiva y falta de métricas	3	2	6

Mediante el análisis de los riesgos, se logró demostrar que todos los riesgos identificados requerían como mínimo una atención prioritaria, con el 42.8 % de los riesgos clasificados como críticos (R1, R5 y R6 con puntuación 9) y el 57.2 % como altos (R2, R3, R4 y R7 con puntuación 6). Demostrando que los mismos podrían causar consecuencias significativas en la operación de la estación, llegando a afectar su eficiencia y productividad.

3.4.2 Implementación del sistema

Como resultado de la implementación, se consiguió realizar una cobertura de los riesgos mediante el uso de los requerimientos funcionales identificados (Tabla 17), demostrando que la integración de la solución tecnológica permitió la mitigación de las vulnerabilidades identificadas.

Tabla 17. Cobertura de riesgos por requerimientos

Categoría	Requerimientos Principales	Riesgos Mitigados
Gestión Logística	RF-01, RF-04, RF-05	R1, R5, R6
Control Operativo	RF-02, RF-06, RF-08, RF-09	R2, R3, R5, R6
Abastecimiento	RF-03, RF-07	R4, R5, R6, R7
Trazabilidad y Seguridad	RF-10, RF-11, RF-12, RF-13, RF-14, RF-15, RF-16	R5, R6, R7

Adicionalmente, para verificar el correcto funcionamiento del sistema y validar que las herramientas seleccionadas permitieron implementar correctamente las funciones requeridas, se realizó un análisis de las pruebas funcionales realizadas, mismo que se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18. Resultados de pruebas funcionales

Épica	Pruebas realizadas	Pruebas exitosas	Pruebas fallidas
Seguridad y administración	10	9	1
Recepción y preapertura	10	8	2
Apertura	8	7	1
Resolución de novedades	6	5	1
Abastecimiento a línea	3	3	0
Trazabilidad y dashboard	3	2	1
Total	40	34	6

Los resultados obtenidos de las pruebas funcionales permitieron confirmar el correcto funcionamiento del sistema, con 34 pruebas exitosas de un total de 40 (85 % de éxito), evidenciando un alto nivel de cumplimiento en todas las épicas, reflejando un desarrollo adecuado utilizando las herramientas seleccionadas. Asimismo, las pruebas fallidas permitieron identificar funcionalidades que requerían ajustes adicionales antes de realizar un despliegue en producción.

3.4.3 Mejora de eficiencia en la estación

Para verificar si existió una mejora en la eficiencia de los procesos se aplicó una metodología de comparación de tiempos en cada uno de los escenarios (escenario 1: operativo, escenario 2: administrativo) utilizando la fórmula de mejora porcentual, misma que se expresa así:

$$Mejora(\%) = \left(\frac{Tiempo_{Manual} - Tiempo_{Sistema}}{Tiempo_{Manual}} \right) \times 100 \quad (2)$$

En la Tabla 19 se calculó el porcentaje de mejora para cada tarea del escenario 1 (Tabla 14) utilizando la fórmula correspondiente, considerando que los tiempos mostrados corresponden al promedio de los tiempos recolectados para cada tarea.

Tabla 19. Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 1.

Código	Tarea	T. manual	T. Sistema	Mejora (%)
E1-T01	Búsqueda de palets en Packing List	00:05:54	00:01:14	79.15 %
E1-T02	Registro de descarga de contenedores en Packing List	00:05:45	00:03:16	43.12 %
E1-T03	Definición de equipos de trabajo	00:02:04	00:00:59	52.72 %
E1-T04	Revisión de manual de revisión	00:07:32	00:00:36	92.04 %
E1-T05	Selección y registro de caja abierta	00:04:55	00:03:20	32.35 %
E1-T06	Notificar novedad detectada	00:04:41	00:02:54	38.13 %
E1-T07	Registrar formulario de envío-recepción	00:06:18	00:02:25	61.76 %

Figura 59. Comparación de tiempos del escenario 1.

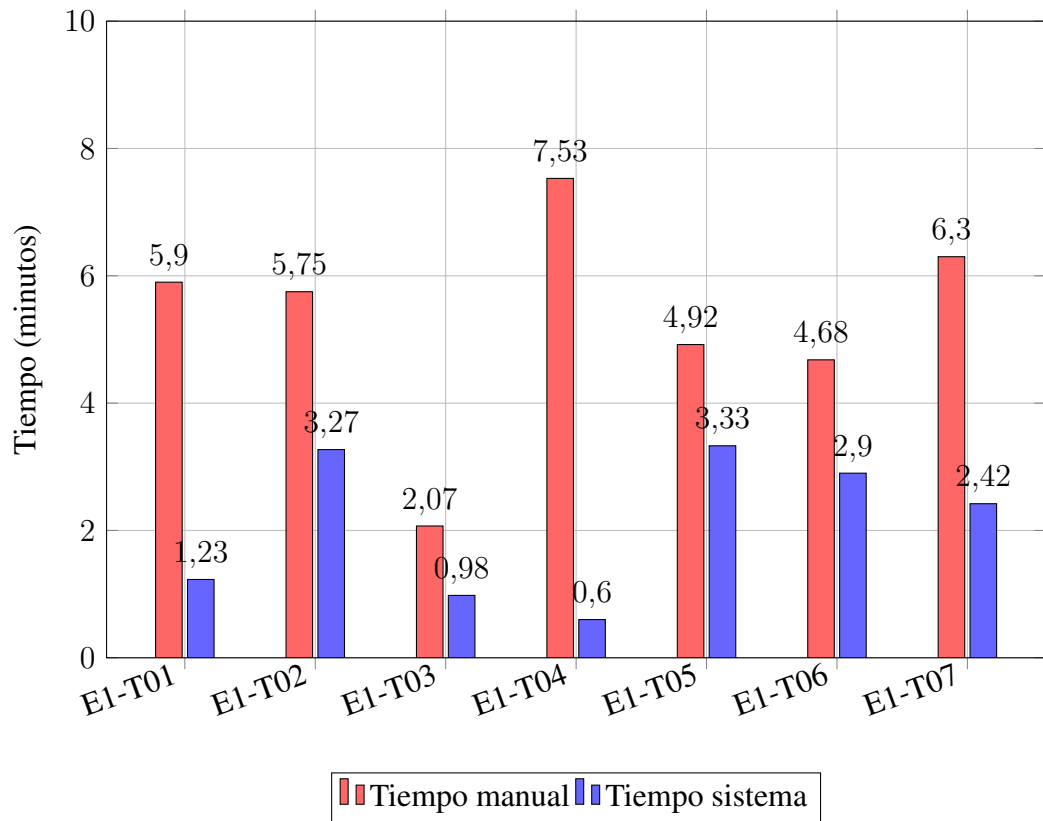
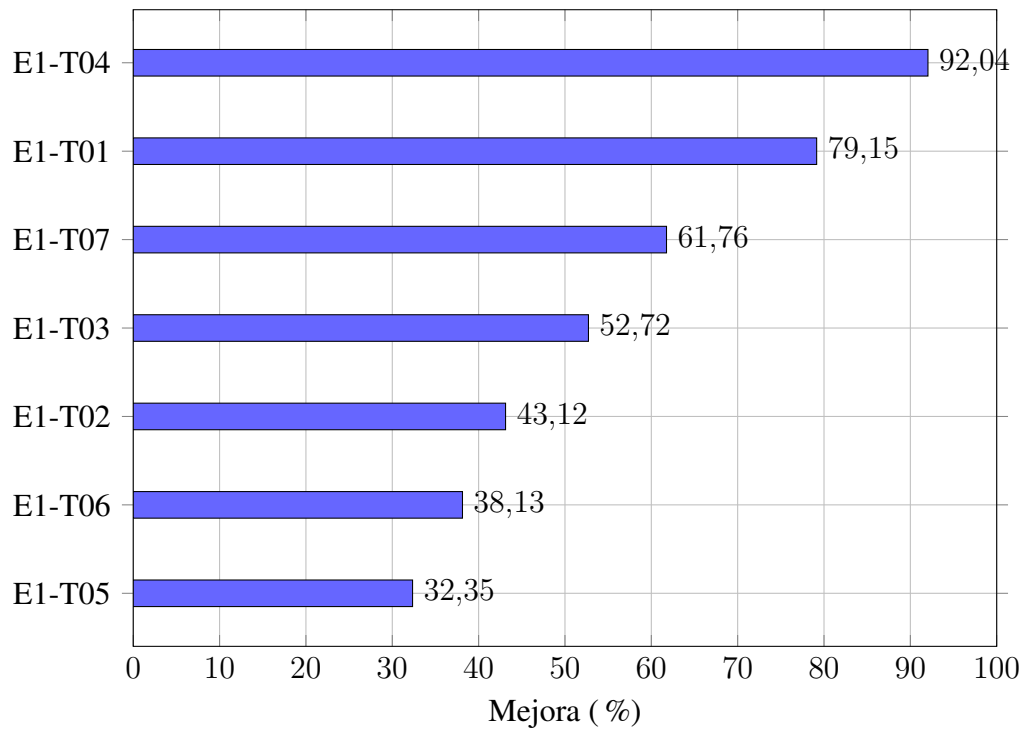


Figura 60. Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 1.



Adicionalmente, en la Tabla 20 se muestran los porcentajes de mejora obtenidos durante el escenario 2 (Tabla 15) mediante la fórmula de mejora porcentual.

Tabla 20. Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 2.

Código	Tarea	T. manual	T. Sistema	Mejora (%)
E2-T01	Ingreso de datos de lote	00:28:16	00:04:28	84.20 %
E2-T02	Generación de formato para Packing List	00:21:38	00:01:21	93.76 %
E2-T03	Generación de formato de desembalaje	00:26:48	00:03:18	87.69 %
E2-T04	Registro de componentes al catálogo	00:05:15	00:02:38	49.84 %
E2-T05	Registro de información de formularios	00:43:00	00:00:00	100.0 %

Figura 61. Comparación de tiempos del escenario 2.

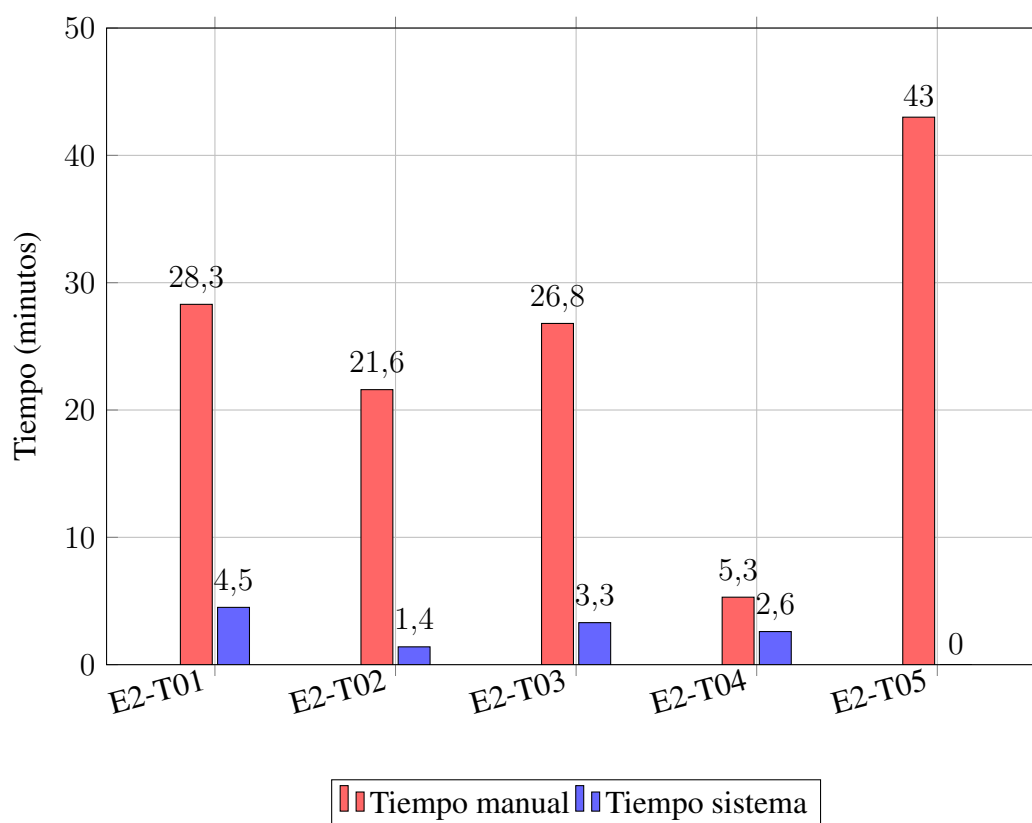
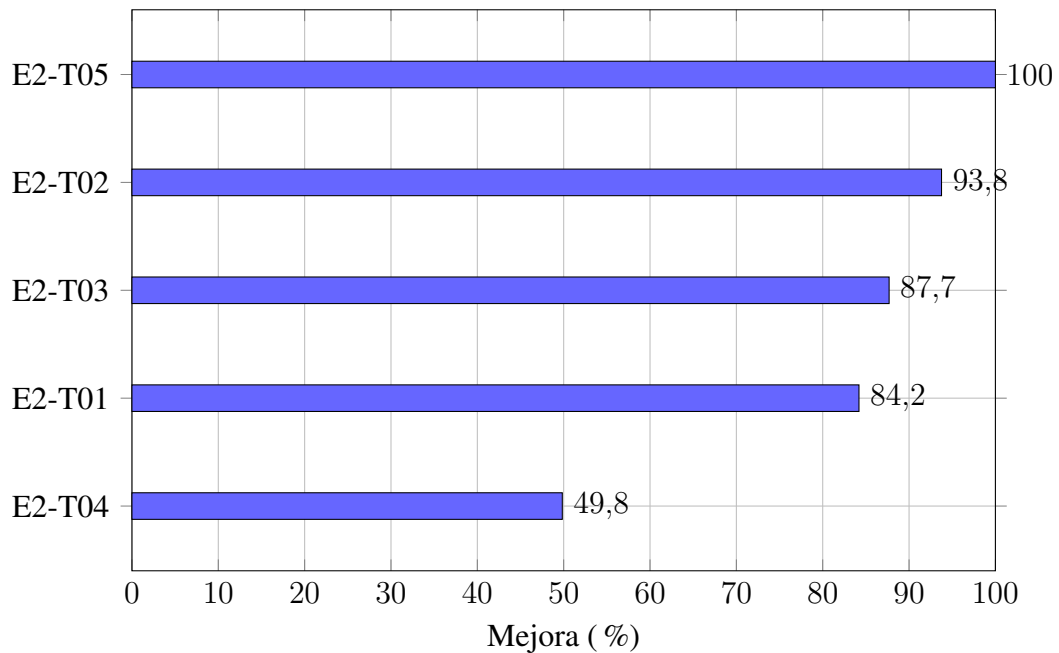


Figura 62. Porcentaje de mejora en tiempos del escenario 2.



A partir del cálculo de la mejora porcentual de tiempos realizada en ambos escenarios, se pudo evidenciar una optimización en las actividades de gestión documental de la estación tanto en la parte operativa como en la administrativa, reflejando una mejora promedio del 57.04 % en el escenario 1 y del 83.1 % en el escenario 2.

En el ámbito operativo (escenario 1), el cambio más drástico se observó en la manera de usar el manual de revisión, antes, con el uso de archivadores se tardaba más de 7 minutos, sin embargo, gracias al acceso digital a la información y el uso de filtros se redujo a 36 segundos de promedio (reducción del 92.04 %) permitiendo eliminar tiempos asociados al manejo de archivos en papel. Del mismo modo, la agilidad en la búsqueda de palets fueron drásticamente más efectivas que el rastreo manual en listas impresas (79.15 %).

Por otro lado, los resultados del escenario 2 revelan un impacto aún mayor en la gestión administrativa. El resultado más destacado es la eliminación total del registro de información de formularios. Gracias al almacenamiento inmediato de la información a medida que los operarios van registrando sus actividades en el sistema, se logró suprimir la transcripción manual de formularios y bitácoras físicas a un sistema ofimático (Excel). Asimismo, la reducción del tiempo en el ingreso de datos de lote y

en la generación de formatos para Packing List y desembalaje (con reducciones de tiempo superiores al 87 %) demuestran que el sistema permite acelerar la planificación logística al automatizar estos procesos.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La transición de un modelo de gestión manual hacia una plataforma digital permitió optimizar la gestión documental de la estación mediante la centralización de la información, garantizando la trazabilidad y seguridad. Asimismo, la implementación de un módulo de análisis de datos permitió la visualización estratégica de indicadores clave como el estado de contenedores, progreso de apertura, seguimiento de novedades, avance del abastecimiento y rendimiento de operarios, facilitando la identificación de cuellos de botella, la evaluación del desempeño operativo y transformando datos operativos en información valiosa para sustentar la toma de decisiones.
- El análisis de los procesos mediante diagramas BPMN y una matriz de riesgos permitió diagnosticar vulnerabilidades críticas en el modelo manual. Identificando riesgos de nivel alto relacionados con la inconsistencia en la distribución física de componentes, el seguimiento ineficiente de novedades, fallos en el control de entregas y la toma de decisiones basada en criterios subjetivos por falta de métricas operativas y riesgos de nivel crítico en la discrepancia de datos en el ingreso de lotes, la ineficiencia operativa y la vulnerabilidad de la información debido a la alta dependencia de registros físicos, destacando los retrasos administrativos por la generación manual de formatos y la transcripción manual de datos.
- La definición y cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales permitió mitigar las vulnerabilidades identificadas. Mediante el desarrollo de las historias de usuario, el sistema cubrió las carencias de trazabilidad e integridad de registros físicos, asegurando que cada proceso de la estación cuente con un respaldo digital y una automatización en la generación de formatos, reduciendo los errores humanos asociados al manejo documental manual.

- La implementación del sistema permitió digitalizar y gestionar los registros operativos de forma robusta y efectiva, mediante el uso de un stack tecnológico adecuado (PostgreSQL, ASP.NET Core y Angular) y el uso de la metodología ágil Kanban. De la misma manera, el uso de una arquitectura basada en servicios y el uso de patrones arquitectónicos como Clean Architecture y CQRS garantizó una plataforma segura, escalable y alineada a las necesidades del área de abastecimiento.
- La validación del software demostró una contribución significativa del sistema en la eficiencia operativa y administrativa de la estación de abastecimiento, evidenciando una disminución de tiempos promedio en la gestión documental de las actividades operativas en un 57.04 % y en las tareas administrativas en un 83.1 %, destacando una mejora sustancial en la búsqueda de información frente al uso de registros impresos, la generación automática de formatos y la supresión de la transcripción de formularios en papel, reflejando una mejora en la gestión documental y trazabilidad de la información.

4.2 Recomendaciones

- Es recomendable realizar revisiones periódicas de los procesos operativos y actualizar continuamente la matriz de riesgos de la estación, con el fin de detectar nuevas vulnerabilidades y asegurar que las mejoras implementadas se mantengan alineadas con las necesidades de la empresa, evitando la reincorporación de prácticas manuales que puedan afectar la integridad, trazabilidad y disponibilidad de la información.
- Se recomienda mantener actualizada la documentación técnica del sistema y establecer un plan de mantenimiento y mejora continua que permita garantizar su escalabilidad, seguridad y adaptabilidad frente a futuros requerimientos del área de abastecimiento, asegurando además la continuidad de las operaciones y la correcta gestión de la información.
- Se aconseja efectuar un monitoreo periódico de los indicadores de desempeño

de la estación e incorporar nuevos mecanismos de análisis que permitan evaluar continuamente el impacto del sistema sobre la eficiencia en las actividades documentales del área operativa y administrativa, promoviendo la mejora continua de los procesos internos.

- Se recomienda a la empresa CIAUTO continuar con la implementación y mejora continua del sistema desarrollado, incorporando nuevos módulos que permitan gestionar la documentación de otras estaciones de la planta de producción, asegurando así una eficiencia y trazabilidad de la información más completa y efectiva. De la misma manera, se aconseja realizar capacitaciones para el personal, con el fin de garantizar un uso óptimo del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H. Lamzaouek, H. Drissi y N. El Haoud, «Cash Flow Bullwhip—Literature Review and Research Perspectives,» *Logistics*, vol. 5, n.º 1, 2021, ISSN: 2305-6290. DOI: 10.3390/logistics5010008
- [2] C. Zheng et al., «Integrated design for product–service systems: a focus on multi-disciplinary interface,» *International Journal of Production Research*, vol. 59, n.º 19, págs. 5884-5902, 2021. DOI: 10.1080/00207543.2020.1794077
- [3] M. A. Lema Maigua, «La digitalización en la cadena de suministro: Impactos y retos en la logística empresarial,» Artículo Científico de Maestría, Universidad Regional Autónoma de Los Andes (UNIANDES), Ambato, Ecuador, 2024.
- [4] R. Hussamadin, G. Jansson y J. Mukkavaara, «Digital Quality Control System—A Tool for Reliable On-Site Inspection and Documentation,» *Buildings*, vol. 13, n.º 2, 2023, ISSN: 2075-5309. DOI: 10.3390/buildings13020358
- [5] M. Khan, A. N. Alshahrani y J. Jacquemod, «Digital Platforms and Supply Chain Traceability for Robust Information and Effective Inventory Management: The Mediating Role of Transparency,» *Logistics*, vol. 7, n.º 2, 2023, ISSN: 2305-6290. DOI: 10.3390/logistics7020025
- [6] M. T. Sembiring, N. Zuya, M. R. A. Laksmana y M. Z. Hadi, «Optimization of Delivery Allocation for Enhanced Fleet Utilization and Trip Minimization: A Case Study from an Indonesian Manufacturing Company,» *Engineering Proceedings*, vol. 97, n.º 1, pág. 37, 2025, ISSN: 2673-4591. DOI: 10.3390/engproc2025097037
- [7] G. Fortuna y P. D. Gaspar, «Implementation of Industrial Traceability Systems: A Case Study of a Luxury Metal Pieces Manufacturing Company,» *Processes*, vol. 10, n.º 11, pág. 2444, 2022, ISSN: 2227-9717. DOI: 10.3390/pr10112444
- [8] C. U. Bertrand, C. G. Onukwugha, C. I. Ofoegbu, O. B. Aliche y D. A. Kelechi, «Logistics Web Application for the Tracking of Parcels,» *International*

- Journal on Data Science and Technology*, vol. 10, n.º 1, págs. 11-17, 2024.
DOI: 10.11648/j.ijdst.20241001.12 eprint: <https://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ijdst.20241001.12>.
dirección: <https://doi.org/10.11648/j.ijdst.20241001.12>
- [9] C. Li, X. Gao, J. Chu y J. Tang, «Research on a Robust Traceability Method for the Assembly Manufacturing Supply Chain Based on Blockchain,» *Applied Sciences*, vol. 15, n.º 21, 2025, ISSN: 2076-3417. DOI: 10.3390/app152111598 dirección: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/21/11598>
- [10] M. Kuhn y J. Franke, «Smart Manufacturing Traceability for Automotive E/E Systems enabled by Event-Driven Microservice Architecture,» en *2020 IEEE 11th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies (ICMIMT)*, 2020, págs. 142-148. DOI: 10.1109/ICMIMT49010.2020.9041240
- [11] E. Moretti, E. Tappia, V. Limère y M. Melacini, «Exploring the application of machine learning to the assembly line feeding problem,» *Operations Management Research*, vol. 14, n.º 3, págs. 403-419, 2021, ISSN: 1936-9743. DOI: 10.1007/s12063-021-00201-3 dirección: <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00201-3>
- [12] Y. Fernandez Cabanillas y V. A. Flores Orosco, «Plataformas digitales para la gestión documental. Una revisión de literatura 2004 - 2024,» Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Bachiller en Ingeniería de Sistemas, Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2024. dirección: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/150184>
- [13] K. D. C. Ching Ruíz, «BLOCKCHAIN Y TRAZABILIDAD DIGITAL PARA UNA NUEVA ERA DE TRANSPARENCIA EN LA LOGÍSTICA INTERNACIONAL,» *Centros: Revista Científica Universitaria*, vol. 15, n.º 1, 2025. DOI: 10.48204/j.centros.v15n1.a7480 dirección: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/7480>

- [14] G. Trujillo Valdiviezo, D. Mejía-Ayala y V. Yovera, «transformación digital y los procesos empresariales en las empresas manufactureras,» *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review /Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, vol. 11, págs. 1-12, dic. de 2022. DOI: 10 . 37467/revtechno.v11.4490
- [15] F. K. Chan y J. Y. Thong, «Acceptance of agile methodologies: A critical review and conceptual framework,» *Decision Support Systems*, vol. 46, n.º 4, págs. 803-814, 2009, IT Decisions in Organizations, ISSN: 0167-9236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2008.11.009> dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923608002133>
- [16] H. J. Patilla, E. G. Enciso, J. C. J. Pulache, J. L. L. Rodríguez, E. S. Huallanca e Y. M. Conislla, «Modelo de Gestión de Desarrollo de Software Ágil mediante Scrum y Kanban sobre la Programación Extrema,» *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, n.º E43, págs. 450-466, 2021.
- [17] S. M. Saleh, S. M. Huq y M. A. Rahman, «Comparative Study within Scrum, Kanban, XP Focused on Their Practices,» en *2019 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE)*, Cox's Bazar, Bangladesh: IEEE, 2019, págs. 1-6, ISBN: 978-1-5386-9111-3. DOI: 10 . 1109/ECACE.2019.8679334
- [18] D. Castillo-Díaz, J. Iwaya-Reyes y M. Cabanillas-Carbonell, «Web System to Improve Productivity in the Operational Management of Companies,» *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, vol. 72, n.º 11, págs. 269-278, 2024. DOI: 10 . 14445/22315381/IJETT-V72I11P127 dirección: <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I11P127>
- [19] J. R. M. Ríos, N. M. L. Mora, M. P. Z. Ordóñez y E. L. L. Sojos, «Evaluación de los Frameworks en el Desarrollo de Aplicaciones Web con Python,» *Archivo de la revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, vol. 4, n.º 4, págs. 201-207, 2016.

- [20] R. Espinosa-Hurtado, «Análisis comparativo para la evaluación de frameworks usados en el desarrollo de aplicaciones web,» *Cedamaz*, vol. 11, n.º 2, págs. 133-141, 2021.
- [21] S. A. White, «Introduction to BPMN,» *Ibm Cooperation*, vol. 2, 2004.
- [22] S. A. White y D. Miers, *BPMN modeling and reference guide: understanding and using BPMN*. Future Strategies Inc., 2008.
- [23] J. van Zyl, «A perspective on service based architecture,» en *Proceedings of SAICSIT*, vol. 249, 2002.
- [24] T. Kuhn, F. Schnicke y P. Oliveira Antonino, «Service-Based Architectures in Production Systems: Challenges, Solutions & Experiences,» en *2020 ITU Kaleidoscope: Industry-Driven Digital Transformation (ITU K)*, 2020, págs. 1-7. DOI: 10.23919/ITUK50268.2020.9303207
- [25] M. Kindson y M. Péter, «A simplified approach to distributed message handling in a CQRS architecture,» *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 20, n.º 4, 2023.
- [26] K. D. Jayaraman y P. Sharma, «Exploring CQRS patterns for improved data handling in web applications,» *International Journal of Research in All Subjects in Multi Languages*, vol. 13, n.º 1, págs. 91-109, 2025.
- [27] A. Israeli y R. Berman, «The Value of Descriptive Analytics: Evidence from Online Retailers,» Harvard Business School, Working Paper 21-067, 2022.
- [28] J. Díaz y et al., «Integración de analítica descriptiva y un método multicriterio para la ubicación de un centro de distribución de productos,» *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia (Dialnet)*, 2024.
- [29] W. Truskowski, R. Klewek y M. Skublewska-Paszkowska, «Comparison of MySQL, MSSQL, PostgreSQL, Oracle databases performance, including virtualization,» *Journal of Computer Sciences Institute*, vol. 16, págs. 279-284, 2020.
- [30] M. Choina y M. Skublewska-Paszkowska, «Performance analysis of relational databases MySQL, PostgreSQL and Oracle using Doctrine libraries,» *Journal of Computer Sciences Institute*, vol. 24, págs. 250-257, 2022.

- [31] M. Szewczyk y M. Skublewska-Paszkowska, «Performance comparison of development frameworks in selected environments in REST API architecture,» *Journal of Computer Sciences Institute*, vol. 35, págs. 121-128, 2025.
- [32] M. Koder, «Increasing full stack development productivity via technology selection,» 2021.
- [33] J. Cincović y M. Punt, «Comparison: Angular vs. React vs. Vue. Which framework is the best choice,» *Zdravković, M., Konjović, Z., Trajanović, M.(Eds.) ICIST 2020 Proceedings*, págs. 250-255, 2020.
- [34] A. Mehmood, «WEB DEVELOPMENT FRAMEWORKS: COMPARING REACT, ANGULAR, AND VUE,» *Computer Science Bulletin*, vol. 6, n.º 01, págs. 29-43, 2023.

ANEXOS

Anexo A: Cuestionario de entrevista para la recolección de información

1. Para comenzar, ¿cómo describiría la dinámica de trabajo diaria en la estación de abastecimiento respecto al desembarque, verificación y asignación de componentes CKD?
2. ¿Cuáles considera que son las principales dificultades actuales en el registro y control de los componentes CKD durante el proceso de abastecimiento?
3. ¿De qué manera se realiza actualmente el registro y control de componentes, y qué problemas se presentan con mayor frecuencia en este proceso?
4. ¿Cómo se gestiona la información generada en la estación de abastecimiento y qué limitaciones existen para su consulta y análisis?
5. ¿Qué aspectos del proceso actual considera críticos para reducir tiempos operativos y errores en la estación?
6. ¿Qué funcionalidades considera indispensables en un sistema digital para mejorar el control, seguimiento y análisis de la información en la estación?
7. ¿Qué beneficios espera lograr con la implementación de un sistema digital que integre el registro de operaciones y el análisis de datos en la estación?
8. ¿Le gustaría agregar alguna observación adicional sobre el proceso actual?

Anexo B: Cuestionario de encuesta para la recolección de información

1. ¿Cómo describiría su experiencia general en el proceso de registro y control de los componentes CKD en la estación?
 - Muy insatisfactoria
 - Insatisfactoria
 - Neutral
 - Satisfactoria
 - Muy satisfactoria
2. Considera que el proceso actual de registro de información de las actividades de la estación es eficiente.
3. Es sencillo realizar el seguimiento de los componentes CKD desde su recepción hasta su asignación a las estaciones de trabajo.
4. Los registros físicos que se manejan en la estación sobre particularidades en los componentes es clara y confiable.
5. La comunicación entre el área de abastecimiento y las estaciones posteriores de trabajo es adecuada.
6. Las herramientas actuales permiten acceder oportunamente a la información necesaria para realizar las operaciones diarias.
7. Los tiempos requeridos para el registro y control de los componentes afectan el ritmo del proceso productivo.
8. Existen registros organizados que permitan evaluar el desempeño operativo de la estación de abastecimiento.
9. Considera que el manejo de información actual facilita la toma de decisiones relacionadas con la asignación y distribución de componentes CKD.

10. Considera que el uso de métricas podría ayudar a identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora en la estación de abastecimiento.
11. Considera que la implementación de un sistema digital integrado permitirá reducir errores y tiempos en los procesos de abastecimiento.
12. ¿Desea agregar algún comentario o sugerencia para mejorar el proceso de registro, control y asignación de componentes CKD en la empresa?

Anexo C: Historias de usuario

Tabla C.1. Historia de usuario HU-001: Inicio de sesión

Historia de usuario	
Número	HU-001
Usuario	Todos los usuarios
Nombre	Inicio de sesión
Prioridad	Alta
Puntos estimados	3
Requerimiento base	RF-14
Descripción	
Como usuario del sistema, quiero iniciar sesión mediante credenciales seguras (usuario y contraseña) para acceder a los módulos del sistema.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Acceso exitoso - Dado que el usuario ingresa un usuario y contraseña correctos - Cuando presiona el botón de iniciar sesión - Entonces el sistema lo autentica y lo redirige a la pantalla de inicio.	
Criterio 2: Credenciales inválidas - Dado que el usuario ingresa una contraseña o usuario incorrecto - Cuando intenta iniciar sesión - Entonces el sistema deniega el acceso y muestra un mensaje de error.	
Criterio 3: Bloqueo de cuenta - Dado que el usuario ha fallado 3 intentos consecutivos de inicio de sesión - Cuando realiza el tercer intento fallido - Entonces el sistema bloquea temporalmente el acceso de esa cuenta por seguridad.	

Tabla C.2. Historia de usuario HU-002: Gestión de usuarios y accesos

Historia de usuario	
Número	HU-002
Usuario	Administrador
Nombre	Gestión de usuarios y accesos
Prioridad	Alta
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-15, RF-16
Descripción	
Como administrador, quiero gestionar (crear, editar, deshabilitar) usuarios y asignarles roles específicos para controlar la visibilidad de menús y funciones dentro del sistema.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Creación de usuario - Dado que el administrador se encuentra en el módulo de usuarios - Cuando registra datos válidos y selecciona un rol existente - Entonces el sistema crea el nuevo usuario. Criterio 2: uso de credenciales existentes - Dado que el administrador se encuentra en la creación de usuarios - Cuando registra al usuario con credenciales que ya existen (cédula, email) - Entonces el sistema no crea el usuario y muestra un mensaje de advertencia.	

Tabla C.3. Historia de usuario HU-003: Administración de catálogo de componentes

Historia de usuario	
Número	HU-003
Usuario	Administrador
Nombre	Administración de catálogo de componentes
Prioridad	Alta
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-13
Descripción	
Como administrador, quiero gestionar el catálogo maestro de componentes para asegurar que todas las piezas manipuladas estén estandarizadas e identificadas correctamente en el sistema.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Creación de componente - Dado los datos técnicos de una nueva pieza - Cuando el administrador guarda la información - Entonces el componente se añade al catálogo. Criterio 2: Evitar duplicidad - Dado que el usuario ingresa un código de componente - Cuando el sistema detecta que ya existe un componente con ese código - Entonces no se permite guardar el componente y se muestra una advertencia.	

Tabla C.4. Historia de usuario HU-004: Visualización de componentes

Historia de usuario	
Número	HU-004
Usuario	Operario/Administrador
Nombre	Visualización de componentes
Prioridad	Alta
Puntos estimados	3
Requerimiento base	RF-13
Descripción	
Como operario de la estación, quiero consultar la información técnica de los componentes en el catálogo para verificar que aspectos inspeccionar durante la apertura de cajas.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Búsqueda exitosa - Dado que el operario necesita verificar un componente - Cuando ingresa el código del componente o el nombre en un buscador - Entonces el sistema muestra los detalles del componente. Criterio 2: Código no encontrado - Dado un criterio de búsqueda erróneo - Cuando se ejecuta la consulta - Entonces el sistema indica que no se encontraron coincidencias. Criterio 3: Restricciones - Dado un usuario con rol de Operario visualizando un componente - Cuando se muestra el componente - Entonces las opciones de agregar y editar permanecen deshabilitados.	

Tabla C.5. Historia de usuario HU-005: Registro de lote

Historia de usuario	
Número	HU-005
Usuario	Coordinador
Nombre	Carga de lotes
Prioridad	Alta
Puntos estimados	8
Requerimiento base	RF-01, RF-03
Descripción	
Como coordinador de la estación, quiero registrar los lotes, contenedores, palets y cajas mediante la carga masiva de un archivo plano.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Carga y validación exitosa - Dado un archivo plano estructurado correctamente - Cuando el coordinador procesa la carga de datos - Entonces el sistema crea registra la información del lote incluyendo todo su contenido como contenedores palets y cajas Criterio 2: Datos duplicados - Dado un archivo que contiene códigos de lotes, contenedores, palets o cajas que ya existen - Cuando el sistema ejecuta la validación previa del archivo cargado - Entonces se muestra un mensaje de error indicando los registros duplicados. Criterio 3: Error de formato - Dado un archivo con columnas faltantes o datos corruptos - Cuando se intenta subir el documento - Entonces el sistema lo rechaza advirtiéndole que no cumple con la plantilla esperada.	

Tabla C.6. Historia de usuario HU-006: Asignación de bodega y generación de formatos

Historia de usuario	
Número	HU-006
Usuario	Coordinador
Nombre	Asignación de bodega y generación de formatos
Prioridad	Alta
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-02, RF-04
Descripción	
Como coordinador de la estación, quiero asignar una bodega de destino a los contenedores y generar las listas/etiquetas para la operación de preapertura y apertura.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Asignación exitosa - Dado una lista de contenedores ingresados - Cuando se selecciona una bodega específica - Entonces el sistema registra la ubicación de los contenedores. Criterio 2: Generación de documentos - Dado un contenedor con destino asignado - Cuando el usuario solicita generar los formatos - Entonces se muestran y guardan los formatos generados para su posterior uso. Criterio 3: Generación sin destino - Dado un contenedor al que no se le ha asignado una bodega - Cuando se intenta generar formatos - Entonces el sistema no permite hacerlo.	

Tabla C.7. Historia de usuario HU-007: Check-list de preapertura

Historia de usuario	
Número	HU-007
Usuario	Operador de Montacargas
Nombre	Registro de Check-list de preapertura de palets
Prioridad	Alta
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-05
Descripción	
Como operador de montacargas, quiero registrar mediante un check-list digital el recibimiento y desempaque de los palets recibidos en los contenedores para asegurar una revisión de los palets esperados.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Confirmación de recibimiento - Dado que el operador visualiza los palets pendientes - Cuando marca la confirmación de llegada, ingresando el contenido y observaciones necesarias - Entonces el estado del palet cambia y permite que se pueda proceder con la apertura. Criterio 2: Preapertura de palets en contenedores no ingresados - Dado que se busquen los palets de un contenedor - Cuando el contenedor no tiene una ubicación previa asignada - Entonces el sistema no muestra los palets y no permite llenar el check-list.	

Tabla C.8. Historia de usuario HU-008: Supervisión de Preapertura

Historia de usuario	
Número	HU-008
Usuario	Coordinador
Nombre	Supervisión de preapertura
Prioridad	Media
Puntos estimados	3
Requerimiento base	RF-05
Descripción	
Como coordinador de la estación, quiero visualizar el avance de los palets que han pasado por preapertura para verificar el estado de un contenedor ingresado.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Monitoreo de avance - Dado que el coordinador ingresa a la interfaz de supervisión de preapertura - Cuando revisa un lote específico - Entonces observa los palets ingresados y esperados y el detalle de la preapertura realizada. Criterio 2: Visualización de palets faltantes - Dado que el coordinador revisa un lote en preapertura - Cuando existen palets que aún no han sido ubicados por los montacargas - Entonces estos se destacan visualmente para ser identificados fácilmente.	

Tabla C.9. Historia de usuario HU-009: Selección de Equipo

Historia de usuario	
Número	HU-009
Usuario	Operario
Nombre	Selección de Equipo
Prioridad	Media
Puntos estimados	3
Requerimiento base	RF-10
Descripción	
Como operario, quiero seleccionar el equipo de trabajo al que pertenezco en la apertura de una caja para registrar mis actividades bajo dicho grupo.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Asignación de equipo - Dado que el operario ingresa a la interfaz de apertura - Cuando selecciona sus compañeros de trabajo - Entonces se registra el equipo de trabajo y todas las acciones posteriores de apertura quedan asociadas bajo ese equipo. Criterio 2: Operación sin equipo - Dado un operario que no ha seleccionado equipo - Cuando intenta iniciar el proceso de apertura de una caja - Entonces el sistema bloquea la selección de cajas.	

Tabla C.10. Historia de usuario HU-010: Selección de Caja

Historia de usuario	
Número	HU-010
Usuario	Operario
Nombre	Selección de Caja
Prioridad	Alta
Puntos estimados	3
Requerimiento base	RF-06
Descripción	
Como operario, quiero seleccionar la caja específica que voy a abrir de la lista de pendientes para asegurar que mi equipo se encargará de ella.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Toma de caja exitosa - Dado una caja en estado Por procesar - Cuando el operario selecciona dicha caja - Entonces la caja cambia su estado a En proceso y queda asignada exclusivamente a su equipo. Criterio 2: Conflicto de concurrencia - Dado que dos operarios visualizan la misma caja Por procesar - Cuando uno intenta tomar la caja fracciones de segundo después que el otro ya la tomó - Entonces el sistema le notifica que la caja ya se encuentra En proceso por otro equipo y actualiza su lista.	

Tabla C.11. Historia de usuario HU-011: Registro de apertura de caja

Historia de usuario	
Número	HU-011
Usuario	Operario
Nombre	Registro de apertura de caja
Prioridad	Alta
Puntos estimados	8
Requerimiento base	RF-06
Descripción	
Como operario, quiero registrar en el sistema la apertura de cajas, seleccionando las cajas que ya se han revisado y distribuido en cartones según el formato de apertura.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Validación conforme - Dado una caja en estado En proceso con las cantidades esperadas - Cuando el operario ingresa el conteo físico y este coincide con el esperado - Entonces los cartones con las piezas validadas se liberan y quedan habilitadas para ser perchadas. Criterio 2: Discrepancia en conteo - Dado una caja en estado En proceso - Cuando el operario ingresa un valor diferente al esperado - Entonces el sistema alerta la discrepancia y fuerza la creación de un reporte de novedad para ese componente.	

Tabla C.12. Historia de usuario HU-012: Visualización de apertura de cajas

Historia de usuario	
Número	HU-012
Usuario	Coordinador
Nombre	Visualización de apertura de cajas
Prioridad	Media
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-06
Descripción	
Como coordinador, quiero visualizar un registro de las cajas abiertas para controlar el ritmo de distribución de componentes.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Visualización del registro - Dado que existen cajas procesadas de un lote específico - Cuando el coordinador accede a la interfaz de lista de cajas - Entonces observa una lista detallada con la información de la apertura y con las cajas que aún no se han abierto. Criterio 2: Aplicación de filtros - Dado la búsqueda de cajas - Cuando aplica un filtro de búsqueda - Entonces la tabla se actualiza mostrando únicamente la información que coincide.	

Tabla C.13. Historia de usuario HU-013: Reporte de Novedades

Historia de usuario	
Número	HU-013
Usuario	Operario de salvamento
Nombre	Reporte de Novedades
Prioridad	Alta
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-08
Descripción	
Como operario, quiero reportar cualquier daño o faltante detectada durante la apertura de cajas, para que el equipo de ingeniería pueda tomar las acciones necesarias.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Creación de novedad - Dado un fallo físico o discrepancia detectada - Cuando el operario selecciona el tipo de fallo e ingresa la información del componente - Entonces se crea la novedad en el sistema. Criterio 2: Intento de reporte incompleto - Dado que el operario inicia el reporte de una novedad - Cuando intenta guardar sin especificar el tipo de fallo - Entonces el sistema bloquea el registro exigiendo los campos faltantes.	

Tabla C.14. Historia de usuario HU-014: Resolución de novedades

Historia de usuario	
Número	HU-014
Usuario	Operario de ingeniería
Nombre	Resolución de novedades
Prioridad	Alta
Puntos estimados	8
Requerimiento base	RF-09
Descripción	
Como operario de la sección de ingeniería, quiero visualizar las novedades pendientes y registrar su resolución cuando se repara o sustituye.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Novedad solucionada - Dado una novedad en estado pendiente - Cuando el operario de ingeniería asigna como completa la novedad - Entonces la novedad se cierra. Criterio 2: Solucionar novedad cerrada - Dado una novedad ya evaluada y solucionada previamente - Cuando el operario de ingeniería inicia el proceso de resolución - Entonces el sistema no permite modificarla.	

Tabla C.15. Historia de usuario HU-015: Supervisión de Novedades

Historia de usuario	
Número	HU-015
Usuario	Coordinador
Nombre	Supervisión de Novedades
Prioridad	Alta
Puntos estimados	3
Requerimiento base	RF-08
Descripción	
Como coordinador de área, quiero ver las novedades registradas por los operarios para estar informado sobre los retrasos en el abastecimiento.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Visualización del estado general - Dado que existen múltiples novedades reportadas - Cuando el coordinador accede a la interfaz de novedades - Entonces visualiza claramente cuáles están pendientes y cuáles han sido resueltas. Criterio 2: Filtrado de novedades - Dado que el sistema muestra la lista de novedades - Cuando el coordinador aplica filtros específicos - Entonces el sistema muestra las novedades que coinciden con los criterios seleccionados.	

Tabla C.16. Historia de usuario HU-016: Abastecimiento y recepción de cajas

Historia de usuario	
Número	HU-016
Usuario	Operario
Nombre	Abastecimiento y recepción de cajas
Prioridad	Alta
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-07
Descripción	
Como operario, quiero registrar la salida de cartones de componentes hacia las líneas de producción y confirmar la entrega digitalmente para perchar un cartón.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Abastecimiento - Dado que las piezas se encuentren distribuidas en cartones - Cuando el operario necesita abastecer una línea - Entonces el estado del cartón cambia a ABASTECIDO PARCIAL y se genera el acta digital de entrega. Criterio 2: Recepción de cartones - Dado que un operario de una estación recibe un cartón de componentes - Cuando el operario registra que ha recibido el cartón - Entonces el estado del cartón cambia a ABASTECIDO. Criterio 3: Abastecimiento de cartón abastecido - Dado que un operario está registrando la salida - Cuando intenta seleccionar un cartón que ya ha sido abastecido - Entonces el sistema no permite seleccionarlo y muestra una advertencia indicando que el cartón ya ha sido abastecido.	

Tabla C.17. Historia de usuario HU-017: Consulta de Trazabilidad

Historia de usuario	
Número	HU-017
Usuario	Administración/Coordinador
Nombre	Consulta de trazabilidad
Prioridad	Alta
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-11
Descripción	
Como usuario administrativo o coordinador, quiero buscar un cartón, caja o palet para revisar su información desde su llegada hasta la entrega.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Trazabilidad - Dado que el usuario tiene el número de cartón o caja - Cuando realiza una consulta específica - Entonces el sistema permite ver los detalles incluyendo desde lote al que pertenece hasta quien la manipuló y su estado. Criterio 2: Búsqueda inexistente - Dado la búsqueda de un código específico - Cuando el código no coincide con ningún registro - Entonces la interfaz notifica que el identificador no existe.	

Tabla C.18. Historia de usuario HU-018: Visualización de Dashboard

Historia de usuario	
Número	HU-018
Usuario	Administración/Coordinador
Nombre	Dashboard
Prioridad	Media
Puntos estimados	5
Requerimiento base	RF-12
Descripción	
Como usuario administrativo o coordinador, quiero visualizar métricas y resúmenes gráficos en un Dashboard para conocer la eficiencia de la operación y el estado general de los lotes.	
Criterios de aceptación	
Criterio 1: Visualización de gráficos - Dado que el sistema contiene operaciones del día - Cuando el usuario ingresa a la vista - Entonces se renderizan gráficos actualizados que muestran métricas operacionales.	

Anexo D: Guion de pruebas

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
HU-001	1	Acceso exitoso	El usuario intentará acceder a la plataforma proporcionando su nombre de usuario y contraseña válidos en el formulario principal.	El sistema debe validar las credenciales y redirigir al usuario al panel principal según su rol asignado.	Exitoso	
	2	Credenciales inválidas	El usuario realizará un intento de inicio de sesión ingresando deliberadamente una contraseña o usuario incorrecto.	El sistema denegará el acceso y mostrará una alerta indicando que las credenciales no son válidas.	Exitoso	
	3	Bloqueo de cuenta	El usuario ejecutará tres intentos consecutivos de inicio de sesión ingresando credenciales erróneas.	La cuenta se inactivará automáticamente y el sistema mostrará una alerta de acceso bloqueado.	Exitoso	
HU-002	1	Creación de usuario	El administrador registrará a un nuevo integrante del equipo llenando el formulario con sus datos y asignándole el rol operativo deseado.	El perfil se creará exitosamente en el sistema, quedando el usuario habilitado para iniciar sesión.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
	2	Uso de credenciales existentes	El administrador debe seleccionar un usuario ya existente en el sistema y proceder a hacer clic en la opción de eliminar o deshabilitar.	El sistema no permitirá guardar el usuario y mostrará una advertencia indicando las credenciales que ya existen.	Exitoso	
HU-003	1	Creación de componente	El usuario deberá ingresar los datos técnicos requeridos de la nueva pieza en el formulario y proceder a guardar la información.	El componente se añadirá exitosamente al catálogo y estará disponible para futuras transacciones.	Exitoso	
	2	Evitar duplicidad	El usuario intentará ingresar un código que ya se encuentre registrado en el sistema y tratará de guardarlo.	El sistema bloqueará el guardado y mostrará una advertencia indicando que el código ya existe.		
HU-004	1	Búsqueda exitosa	El usuario debe ingresar un código CPA o el nombre de una pieza específica en la barra del buscador.	La interfaz mostrará los detalles exactos del componente.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
	2	Sin resultados	El usuario realizará una búsqueda ingresando un código erróneo o inexistente dentro del catálogo de piezas.	El sistema no mostrará ningún resultado e indicará una advertencia de que no existe un componente con el código ingresado.	Fallido	No se muestra mensaje de error.
	3	Restricción escritura	Un usuario con rol de Operario accederá para visualizar los detalles de un componente dentro del catálogo.	El sistema no mostrará los botones de edición, restringiendo las acciones a solo lectura.	Exitoso	
HU-005	1	Carga y validación exitosa	El usuario subirá un archivo Excel estructurado que contenga únicamente datos válidos y permitidos.	El sistema procesará el archivo, creando la jerarquía correspondiente y registrando los contenedores de manera exitosa.	Exitoso	
	2	Datos duplicados	El usuario subirá un archivo Excel que incluya un código CPA que no exista previamente en el catálogo base.	El sistema no omitirá cargar el lote y mostrará una alerta con el listado de datos duplicados.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
	3	Error formato	El usuario intentará subir al sistema un archivo Excel que tenga columnas faltantes o datos corruptos.	El sistema rechazará el documento, advirtiéndole que el formato es inválido.	Exitoso	
HU-006	1	Asignación exitosa	El usuario deberá seleccionar un contenedor del listado y asignarle un sector específico dentro de la bodega.	El sistema guardará exitosamente la ubicación del contenedor.	Exitoso	
	2	Generación documentos	Tras seleccionar un contenedor que ya tiene un destino asignado, el usuario procederá a generar el formato correspondiente.	El sistema mostrará correctamente el documento de trabajo en el formato predeterminado para su posterior uso.	Exitoso	
	3	Generación sin destino	El usuario intentará generar el formato de un contenedor sin haberle asignado previamente una bodega de destino.	El sistema lanzará una alerta bloqueante indicando que la asignación de bodega es obligatoria antes de generar los formatos.	Fallido	No se pueden generar formatos de contenedores no asignados, pero se muestran los contenedores sin destino
HU-007	1	Confirmación de recibimiento	El usuario visualizará un palet en estado pendiente y procederá a marcar su llegada y revisión.	El estado del palet se actualizará a POR PROCESAR.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
	2	Uso de contenedores no ingresados	El usuario intentará marcar la confirmación de llegada de un palet omitiendo ingresar su ubicación correspondiente.	El sistema no permitirá marcar palets que se encuentren en contenedores que aún no han sido ubicados.	Exitoso	
HU-008	1	Monitoreo avance	El usuario accederá al panel de supervisión para revisar el lote actual y monitorear el avance general.	La interfaz mostrará una tabla con los detalles de los palets ingresados y de cuáles aún no han sido ingresados.	Exitoso	
	2	Visualización de palets faltantes	El usuario visualizará en el panel de supervisión aquellos palets que aún no han sido ubicados físicamente.	Los palets faltantes se destacarán visualmente en la interfaz mediante colores.	Fallido	No se destaca de alguna manera los palets no ubicados
HU-009	1	Asignación equipo	Al iniciar su jornada, el usuario seleccionará su equipo de trabajo antes de continuar con las operaciones.	Se mostrará un mensaje indicando que el equipo fue conformado de manera exitosa.	Exitoso	
	2	Operación sin equipo	El usuario iniciará sesión omitiendo la selección de un equipo e intentará abrir una caja de inventario.	El sistema no permitirá seleccionar una caja para su apertura y se indicará un mensaje de advertencia.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
HU-010	1	Toma de caja exitosa	El usuario seleccionará una caja que se encuentre en estado Por procesar para iniciar su gestión.	El estado de la caja pasará a En proceso y quedará asignada de manera exclusiva al equipo actual del usuario.	Exitoso	
	2	Conflicto concurrencia	Dos usuarios diferentes intentarán tomar exactamente la misma caja en fracciones de segundo.	El sistema notificará al segundo usuario que la caja ya ha sido tomada y actualizará su lista para reflejar el cambio.	Fallido	Se puede seleccionar una caja que ya ha sido tomada antes, permitiendo que más de un equipo se muestre como encargado de la misma caja
HU-011	1	Validación conforme	El usuario ingresará un conteo físico de piezas que coincida de forma exacta con el valor esperado por el sistema.	Las piezas serán validadas de forma exitosa.	Exitoso	
	2	Discrepancia conteo	El usuario ingresará un conteo físico de piezas que difiera del valor esperado registrado en el inventario.	El sistema alertará inmediatamente sobre la discrepancia y requerirá la revisión del operario.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
HU-012	1	Visualización registro	El usuario accederá a la interfaz principal de avance de cajas para revisar los registros operativos históricos.	La interfaz detallará una lista mostrando los detalles de apertura y el operario responsable.	Exitoso	
	2	Aplicación filtros	En la interfaz de registros, el usuario aplicará filtros específicos ya sea por fecha, modelo o equipo.	La tabla se actualizará dinámicamente, mostrando únicamente los registros que coincidan con los parámetros filtrados.	Exitoso	
HU-013	1	Creación de novedad	El usuario selecciona el tipo de fallo e ingresa la información del componente.	Se crea la novedad en el sistema con la información ingresada.	Exitoso	
	2	Intento de reporte incompleto	El usuario intenta guardar la novedad sin especificar el tipo de fallo.	El sistema bloquea el registro exigiendo los campos faltantes.	Exitoso	
HU-014	1	Novedad solucionada	El operario de ingeniería asigna como completa la novedad pendiente.	La novedad cambia su estado a cerrado.	Exitoso	
	2	Solucionar novedad cerrada	El operario de ingeniería intenta iniciar el proceso de resolución en una novedad ya solucionada.	El sistema no permite modificar la novedad seleccionada.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
HU-015	1	Visualización del estado general	El coordinador accede a la interfaz de novedades generales.	Se visualiza claramente cuáles novedades están pendientes y cuáles han sido resueltas.	Exitoso	
	2	Filtrado de novedades	El coordinador aplica filtros específicos en la lista de novedades.	El sistema muestra únicamente las novedades que coinciden con los criterios seleccionados.	Fallido	Los filtros no se aplican correctamente, evitando mostrar resultados específicos
HU-016	1	Abastecimiento	El usuario registrará en el sistema el traslado físico de un cartón de componentes.	El estado del cartón cambiará a abastecido parcial y se generará automáticamente el acta digital correspondiente.	Exitoso	
	2	Recepción de cartones	El usuario registrará el recibimiento de un cartón que ha sido registrado previamente para abastecimiento.	Se guardará la información de recepción y el estado del cartón pasará a abastecido.	Exitoso	
	3	Abastecimiento de cartón abastecido	El usuario intentará seleccionar un cartón ya abastecido para el proceso de abastecimiento.	El sistema no permitirá seleccionar el cartón para el proceso de abastecimiento.	Exitoso	

Historia	Criterio	Escenario a probar	Acción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Errores
HU-017	1	Trazabilidad Inversa	El usuario consultará el código específico de una pieza final dentro del módulo de trazabilidad general.	El sistema mostrará el historial completo de la pieza, incluyendo el lote de origen, fechas y usuarios involucrados en su manipulación.	Exitoso	
	2	Búsqueda inexistente	El usuario ingresará un código identificador que no existe o no tiene registros en el historial del módulo de trazabilidad.	El sistema emitirá una notificación clara al usuario indicando que el identificador ingresado no existe en los registros actuales.	Fallido	No se muestra ningún tipo de mensaje indicando que el código no existe
HU-018	1	Visualización gráficos	El usuario accederá al Dashboard principal para revisar la información consolidada de la data operativa.	El sistema renderizará gráficos claros e interactivos mostrando las cantidades recibidas y abastecidas.	Exitoso	