

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Reducción del tiempo de carga de contenedores en una empresa de manufactura

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Roger Adrian Lavayen Meza

José Braulio Mendiburo Neira

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Agradecimientos

Agradezco inmensamente a mi mamá y a mi tía Narcisa, quienes han sido un gran apoyo incondicional y fundamental durante todos estos años de carrera, a mi prometida Doménica quien siempre buscó la forma de ayudarme a cumplir mis objetivos demostrando que no solo puede ser mi pareja sino también alguien con quien puedo trabajar en equipo y confiar plenamente para alcanzar mayores metas en los años venideros. También mando un agradecimiento y abrazo hasta el cielo a mi abuelito Julio, que espero esté orgulloso de este reto cumplido. También agradezco a todas las personas que me han ayudado de cualquier manera, a todas ellas y en especial a las mencionadas, les agradezco de todo corazón y les comparto este logro que no solo es mío, sino de ustedes también.

Roger Adrian Lavayen Meza

Agradecimientos

Agradezco de corazón a mi familia por creer en mí, y apoyarme durante mi vida.

Agradezco a mi mamá y papá que sin su esfuerzo de cada día no lo hubiera logrado, por brindarme herramientas que han facilitado mi desarrollo profesional y sobre todo personal. A Fanny por estar pendiente de mí siendo mi hermana menor le deseo un próspero camino de estudio. A mi mami Fanny que ha estado emocionada desde el primer día que pise el edificio de admisiones y nunca ha dejado de orar por mí. A Braulio por ser como un hermano que hemos crecido apoyándonos el uno para el otro. A mis tíos por brindarme su ayuda y consejo cuando lo he necesitado.

Agradezco a mi amigos, compañeros y profesores que he podido compartir momentos en la carrera que han dejado su granito de arena en mi formación académica.

José Braulio Mendiburo Neira

Evaluadores

María Denise Rodríguez Zurita

Profesor de Materia

Omar Darío Coloma Hurel

Tutor de proyecto

Resumen

La carga de contenedores en una empresa de fabricación presenta desafíos significativos debido a la falta de estandarización, trazabilidad y control de tiempos. El objetivo de este proyecto es reducir el tiempo total del proceso de carga de contenedores en una empresa ubicada en Duran, mejorando el uso de la fuerza laboral y optimizando los flujos operativos. Se utilizó la metodología DMAIC para identificar las principales causas del problema y plantear soluciones efectivas. Entre las causas raíz detectadas se encuentran: la ausencia de un diseño definido para los SKU, la inexistencia de una política de estandarización, y la falta de un sistema para registrar tiempos muertos. Como soluciones, se propuso la estandarización de formatos de SKU, el diseño de un diseño de almacenamiento, el desarrollo de un sistema de trazabilidad y monitoreo, y la recolección estructurada de datos operativos. Estas acciones permitieron identificar puntos críticos de pérdida de tiempo y establecer un uso más eficiente de los estibadores. Los resultados preliminares muestran una mejora en la planificación, mayor control de la operación y bases para reducir el tiempo total de carga en los próximos ciclos de evaluación.

Palabras Clave: Logística, carga de contenedores, DMAIC, eficiencia operativa, estandarización, tiempos muertos, trazabilidad.

Abstract

Container loading in a manufacturing company presents significant challenges due to the lack of standardization, traceability, and time control. The objective of this project is to reduce the total loading time in a company located in Guayaquil, by improving workforce utilization and optimizing operational flows. The DMAIC methodology was applied to identify the root causes of the problem and propose effective solutions. Key issues included the absence of a defined SKU layout, lack of a standardization policy, and no system to track downtimes. Solutions included setting standard SKU formats, designing a storage layout, developing a traceability, and monitoring system, and implementing structured operational data collection. These actions helped identify critical points of time loss and promoted a more efficient use of dockworkers. Preliminary results show improved planning, increased operational control, and a foundation for reducing total container loading time in future evaluations.

Keywords: Logistics, container loading, DMAIC, operational efficiency, standardization, downtime, traceability.

Índice general

1.1	Introducción.....	2
1.2	Descripción del problema	3
1.3	Justificación del problema.....	3
1.4	Objetivos	4
1.4.1	Objetivo general.....	4
1.4.2	Objetivos específicos	4
1.5	Marco teórico	5
1.5.1	Metodología DMAIC.....	5
1.5.2	Definición	5
1.5.3	VOC	6
1.5.4	CTQ	6
1.5.5	SIPOC	6
1.5.6	Medición.....	7
1.5.7	Análisis.....	7
1.5.8	Lluvia de ideas.....	8
1.5.9	Diagrama ISHIKAWA.....	8
1.5.10	Prueba de normalidad	8
1.5.11	Pruebas no paramétricas.....	9
1.5.12	Análisis de capacidad.....	9
1.5.13	Cinco porqués.....	9
1.5.14	Mejora	10
1.5.15	Control.....	10
2.	Metodología.....	12
2.1	Definición.....	12
2.1.1	Antecedentes del cliente.....	12

2.1.2	Diagramación del proceso (SIPOC)	12
2.1.3	Necesidades del cliente	15
2.1.4	Definición de la variable de respuesta	17
2.1.5	Definición del problema	18
2.2	Medición	19
2.2.1	Pruebas de normalidad	19
2.2.2	Análisis de capacidad.....	21
2.2.3	Problema enfocado	22
2.3	Análisis	23
2.3.1	Lluvia de ideas.....	23
2.3.2	Diagrama Ishikawa	24
2.3.3	Matriz causa-efecto	25
2.3.4	Matriz Impacto-Control	26
2.3.5	Plan de verificación de causas.....	27
2.3.6	Cinco ¿Por qué?	34

Abreviaturas

CDE	Centro de Distribución Especializado
CTQ	Critical to Quality
DMAIC	Define, Measure, Analysis, Improve and Control
PDA	Personal Digital Assistant
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers
VOC	Voice of Customer

Simbología

h Horas

min Minutos

Índice de figuras

Figura 1: <i>Diagrama de flujo funcional del proceso de carga de la empresa</i>	14
Figura 2: <i>Mapa de actores</i>	15
Figura 3: <i>VOC del supervisor de logística, supervisor de bodega y jefe de logística (propios y externos)</i>	15
Figura 4: <i>CTQs tree (árbol de críticos de la calidad)</i>	16
Figura 5: <i>Variables que conforman el triple bottom line</i>	17
Figura 6: <i>Gráfico del tiempo promedio de carga de contenedor</i>	18
Figura 7: <i>Aplicación de 3W+2H para definición del problema</i>	19
Figura 8: <i>Plan de recolección de datos</i>	19
Figura 9: <i>Gráfica de la prueba de normalidad de tiempos de procesamiento por día desde enero 2025 – junio 2025</i>	21
Figura 10: <i>Gráfica de la prueba de normalidad de tiempos de procesamiento por toma de tiempos Junio 2025 – Julio 2025</i>	22
Figura 11: <i>Gráfica de la prueba de capacidad de tiempos de carga por toma de tiempos junio 2025 – julio 2025</i>	23
Figura 12: <i>Aplicación de 3W+2H para la declaración del problema enfocado</i>	24
Figura 13: <i>Lluvia de ideas realizada por el equipo</i>	24
Figura 14: <i>Diagrama de Ishikawa del área operacional para la clasificación de causas</i>	25
Figura 15: <i>Diagrama de Ishikawa del área administrativa para la clasificación de causas</i>	25
Figura 16: <i>Gráfico del peso de cada causa del área operativa</i>	26
Figura 17: <i>Gráfico del peso de cada causa del área administrativa</i>	26
Figura 18: <i>Matriz impacto-control de causas operativas con mayor peso</i>	27
Figura 19: <i>Matriz impacto-control de causas administrativas con mayor peso</i>	27
Figura 20: <i>Diagrama de caja del tiempo de procesamiento de contenedores con/sin alta variabilidad de SKU.</i>	30
Figura 21: <i>Diagrama de cajas de estibadores</i>	31
Figura 22: <i>Aplicación de 5 ¿Por qué? de causas operativas</i>	34
Figura 23: <i>Aplicación de 5 ¿Por qué? de causas administrativas</i>	34
Figura 24: <i>Soluciones propuestas vinculadas a causas raíces</i>	36
Figura 25: <i>Evaluación de soluciones</i>	37
Figura 26: <i>Análisis financiero final de soluciones propuestas</i>	38

Figura 27: <i>Plan de implementación de soluciones a desarrollar</i>	39
Figura 28: <i>Registro manual de despacho</i>	42
Figura 29: <i>Comparación de información de registros</i>	42
Figura 30: <i>Escaneo de código de barra</i>	43
Figura 31: <i>Registro digital de despachos realizados</i>	43
Figura 32: <i>Registro final de cantidad de bultos despachada por SKU</i>	44
Figura 33: <i>Diagrama de caja de variable Y Antes y Después de la implementación</i>	45
Figura 34: <i>Análisis de capacidad del proceso de carga después de la implementación</i>	46
Figura 35: <i>Número de contenedores con sobretiempo antes y después de la implementación</i>	47
Figura 36: <i>Cantidad semanal de reposición de tanques de gas</i>	48
Figura 37: <i>Puntuación de intensidad de trabajo</i>	49

Índice de tablas

Tabla 1: <i>SIPOC del proceso de devoluciones de la empresa</i>	12
Tabla 2: <i>Porcentaje de actividades que agregan valor (AV), no agregan valor (NAV) y no agregan valor pero son necesarias (NAVN)</i>	14
Tabla 3: <i>Plan de verificación de causas operativas</i>	28
Tabla 4: <i>Plan de verificación de causas administrativas</i>	28
Tabla 5: <i>Resultados de la prueba de Mann-Whitney de tiempo de procesamiento con/sin alta variabilidad de SKU</i>	30
Tabla 6: <i>Resultados de la prueba de Mann-Whitney de procesamiento de contenedores</i>	32
Tabla 7: <i>POE de carga de contenedores</i>	39
Tabla 8: <i>KPI de tiempo de contenedores</i>	40
Tabla 9: <i>Estadística descriptiva de la variable de Y Antes y Después de la implementación</i>	45
Tabla 10: <i>Plan de control</i>	49

Capítulo 1

1.1 Introducción

En la actualidad, la eficiencia en los procesos logísticos se ha convertido en un factor clave para mejorar la competitividad de las empresas que operan en el mercado local. Dentro de esta cadena, el proceso de carga de contenedores representa una etapa crítica que influye directamente en los tiempos de despacho, la planificación operativa y los costos generales de distribución. Una gestión ineficiente en esta fase puede generar retrasos, uso excesivo de horas extraordinarias y descoordinación entre las áreas involucradas.

La presente investigación se desarrolla en una empresa ecuatoriana con amplia trayectoria en el ámbito de la distribución local, la cual ha identificado oportunidades de mejora en el proceso de carga de contenedores. A pesar de contar con infraestructura y personal experimentado, la empresa enfrenta demoras recurrentes durante las jornadas de carga, lo que afecta el cumplimiento de cronogramas y eleva los costos operativos.

El objetivo principal de este proyecto es proponer soluciones que permitan reducir el tiempo de carga de contenedores mediante herramientas de análisis como el mapeo de procesos, la identificación de desperdicios y la aplicación de metodologías de mejora continua como DMAIC. Estas herramientas facilitarán la detección de cuellos de botella, actividades no estandarizadas y oportunidades para optimizar el uso de recursos.

A través de este estudio se espera generar propuestas viables y sostenibles que contribuyan a una mayor eficiencia operativa, mejorando la planificación, reduciendo el esfuerzo del personal y fortaleciendo la capacidad de respuesta de la empresa frente a la demanda local.

1.2 Descripción del problema

El proceso de carga de contenedores en la empresa objeto de estudio ha presentado serias dificultades relacionadas con la eficiencia operativa y el uso del tiempo durante esta actividad clave dentro del sistema logístico. Desde principios del año 2025, se ha observado un incremento considerable en los tiempos promedio requeridos para completar la carga de cada contenedor, registrándose demoras que afectan directamente el cumplimiento de los cronogramas de despacho.

Estas demoras generan una acumulación innecesaria de unidades listas para despacho en las zonas de carga, ocasionando congestión operativa, mal aprovechamiento del espacio y un aumento en la presión sobre el personal logístico. Además, el uso frecuente de horas extraordinarias como medida correctiva ha incrementado los costos laborales, sin lograr una mejora sostenible en el rendimiento del proceso.

Actualmente, se ejecutan tareas manuales y no estandarizadas que limitan la fluidez del proceso, alargando los tiempos de preparación y carga. Esta situación impacta negativamente no solo en la eficiencia interna del centro de distribución, sino también en la capacidad de cumplir con los tiempos de entrega acordados con los clientes, lo que puede repercutir en su satisfacción y confianza en el servicio ofrecido.

1.3 Justificación del problema

La ineficiencia en el proceso de carga de contenedores representa un obstáculo significativo para el desempeño operativo de los centros de distribución. Este problema impacta directamente en indicadores clave de gestión, como la productividad del personal, el cumplimiento de los tiempos de despacho y los costos asociados a la operación. En particular, los tiempos excesivos

de carga limitan la capacidad de respuesta de la empresa, provocando retrasos acumulativos en la planificación logística y generando cuellos de botella en el flujo de trabajo.

Estas demoras también afectan el uso eficiente del espacio y los recursos disponibles, ya que los contenedores permanecen más tiempo en zonas de carga, reduciendo la disponibilidad operativa y generando interferencias en otras actividades logísticas. Además, el uso reiterado de horas extraordinarias para compensar las demoras implica un incremento en los costos laborales y una posible sobrecarga para el personal operativo.

Abordar esta problemática permitirá optimizar la asignación de recursos, mejorar la eficiencia del proceso de carga, reducir los costos asociados y contribuir a la sostenibilidad operativa de la empresa. Resolver este problema es clave para garantizar un flujo logístico más ágil, coherente con las necesidades del centro de distribución y alineado con los niveles de servicio esperados por los clientes.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Reducir el tiempo promedio de procesamiento de carga de 271 a 208 minutos en un período de 3 meses durante el año 2025, mediante la optimización de la asignación de recursos, la mejora en los procesos de ubicación de productos y la digitalización de los flujos de documentación.

1.4.2 Objetivos específicos

- Implementar mejoras operativas como la documentación digital y una mejor coordinación entre el almacén y el área de logística para reducir los cuellos de botella.
- Mejorar el proceso actual de carga de contenedores para identificar actividades que consumen tiempo, utilizando indicadores clave de desempeño (KPIs).

- Fortalecer la coordinación entre las áreas de almacén y logística, estableciendo cronogramas de carga claros, rutinas de planificación previa y mecanismos de respuesta rápida para minimizar tiempos muertos y evitar ajustes de último minuto.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Metodología DMAIC

La metodología **DMAIC**, correspondiente a las fases de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, es una estrategia estructurada empleada en el marco de Lean Six Sigma para gestionar y optimizar procesos. Su propósito principal es reducir la variación, eliminar inefficiencias y aumentar la capacidad operativa de manera sostenible (Pyzdek & Keller, 2014). Gracias a su enfoque sistemático y basado en datos, esta metodología ha sido ampliamente adoptada en industrias que buscan incrementar la calidad y la productividad sin incurrir en costos adicionales significativos.

Una de las fortalezas clave de DMAIC radica en su capacidad para identificar actividades que no aportan valor, estandarizar operaciones y establecer controles que aseguren la estabilidad de los procesos. Además, permite mejorar indicadores fundamentales como los tiempos de ciclo, la eficiencia del recurso humano y los niveles de inventario, consolidando así una gestión más efectiva y orientada a resultados (Pyzdek & Keller, 2014).

1.5.2 Definición

La fase inicial del ciclo DMAIC, denominada Definir, tiene como propósito establecer el alcance del proyecto, precisar el problema y fijar objetivos claros y alcanzables. En este paso es fundamental involucrar a las partes interesadas para asegurar que el proyecto tenga relevancia estratégica, factible y bien acotado en el tiempo (pmc, 2022; Simplicaxis, 2022). Durante esta fase se ejecutan actividades clave como:

- Delimitar el alcance del proyecto y precisar los objetivos.

- Identificar las métricas iniciales o indicadores de desempeño.
- Elaborar el acta de constitución del proyecto que guíe el desarrollo posterior

1.5.3 VOC

Un componente esencial para mejorar los procesos logísticos es la metodología **VoC** (*Voz del Cliente*), orientada a captar y analizar las necesidades, expectativas y percepciones de los clientes. Esta técnica se basa en instrumentos como encuestas, entrevistas y grupos focales, los cuales permiten transformar las opiniones de los usuarios en insumos objetivos y accionables (Driveresearch, 2024; Contentsquare, 2025).

1.5.4 CTQ

La herramienta árbol CTQ (Critical-to-Quality Tree) es un recurso esencial dentro de la metodología Six Sigma que descompone los requisitos generales del cliente en características específicas, medibles y prioritarias (Hessing, 2013). Esta descomposición estructurada permite identificar y jerarquizar los factores que impactan directamente en la calidad del servicio o proceso. En un entorno logístico, por ejemplo, las exigencias del cliente —como la exactitud en los horarios de carga y la adecuada protección de la mercancía— se traducen en indicadores concretos que pueden ser monitoreados y optimizados para mejorar el rendimiento del sistema de carga.

1.5.5 SIPOC

El diagrama SIPOC (Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Cliente) es una herramienta de alcance macro que permite visualizar de forma estructurada los principales elementos de un proceso antes de iniciar mejoras profundas. Facilita la clarificación del contexto del proceso y ayuda en la identificación de puntos críticos susceptibles de optimización (Krajewski, Malhotra y Ritzman, 2019).

Sus componentes son:

- Proveedores (Suppliers): entidades que proveen los recursos necesarios al proceso.
- Entradas (Inputs): materiales, información y recursos requeridos para ejecutar el proceso.
- Proceso (Process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas.
- Salidas (Outputs): productos, servicios o resultados generados por el proceso.
- Clientes (Customers): destinatarios internos o externos del resultado final, directa o indirectamente.

Este enfoque brinda una visión integral del flujo operativo, estableciendo una base sólida para identificar inefficiencias, redundancias o posibles mejoras en etapas posteriores del ciclo DMAIC.

1.5.6 Medición

La fase de Medición tiene como objetivo principal recopilar datos precisos que permitan evaluar el desempeño actual del proceso. Esta etapa es fundamental para identificar las fuentes de variabilidad, cuantificar los desperdicios y establecer una línea base confiable sobre la cual se puedan realizar mejoras posteriores. Según Montgomery (2013), esta fase implica definir claramente las métricas clave, validar los sistemas de medición y recolectar datos relevantes para evaluar el comportamiento del proceso en función de los objetivos planteados.

1.5.7 Análisis

Durante la fase de Analizar, se combinan los datos obtenidos con el conocimiento del proceso para identificar y validar las causas raíz de las inefficiencias. En este contexto, se utilizan herramientas como diagramas de Ishikawa y pruebas estadísticas para reconocer las principales fuentes de defectos, retrabajos y desperdicios (Idris, Chan, Ibrahim y Ahmad, 2021). Este

análisis profundo establece una base sólida para comprender los factores críticos que afectan la operación y orientar las fases posteriores de mejora.

1.5.8 Lluvia de ideas

El método de lluvia de ideas es una técnica eficaz para abordar problemas de forma tanto individual como colectiva. Se basa en la generación libre de ideas, sin emitir juicios, aprovechando un marco de pensamiento compartido para incorporar distintas perspectivas dentro del equipo. Esta dinámica involucra activamente a todos los miembros, fomentando un ambiente creativo y participativo (Osborn, 1953; Isaksen, Dorval & Treffinger, 2011).

1.5.9 Diagrama ISHIKAWA

También conocido como diagrama de causa-efecto, esta herramienta facilita la clasificación y visualización de las posibles causas de un problema. Su estructura con forma de espina de pescado permite explorar diferentes niveles de causalidad, ayudando a los equipos a identificar y priorizar las causas más relevantes dentro de un proceso (Tague, 2004).

1.5.10 Prueba de normalidad

Una de las herramientas estadísticas fundamentales es la distribución normal estándar, reconocible por su forma de campana, y definida por su media μ y desviación estándar σ . Esta distribución es la base teórica de métodos estadísticos ampliamente usados, como la correlación, regresión, análisis de varianza y pruebas de hipótesis. Para verificar si un conjunto de datos sigue esta distribución, se aplican pruebas de normalidad como Shapiro–Wilk y Kolmogorov–Smirnov, las cuales permiten evaluar la adecuación de los supuestos de normalidad. Mishra et al. (2019) señalan que la prueba de Shapiro–Wilk es más apropiada para muestras pequeñas —por lo general, menos de 50 elementos—, mientras que la de Kolmogorov–Smirnov resulta útil cuando se trabaja con muestras más grandes.

1.5.11 Pruebas no paramétricas

Los métodos estadísticos no paramétricos comprenden técnicas que no exigen suposiciones estrictas sobre la distribución de los datos, como la normalidad. Estas metodologías resultan especialmente valiosas al trabajar con datos ordinales, muestras pequeñas o cuando los supuestos clásicos no se verifican. Conover (1999) destaca que, debido a su flexibilidad y robustez, los métodos no paramétricos ofrecen alternativas eficaces para el análisis inferencial en contextos con distribuciones desconocidas o escasamente definidas.

1.5.12 Análisis de capacidad

El análisis de capacidad del proceso es una herramienta clave para determinar si la variación natural de un proceso se encuentra dentro de los límites establecidos por una característica de calidad. Montgomery (2013) señala que los índices de capacidad, como C_{pk} y C_p , permiten cuantificar el desempeño de un proceso en relación con sus especificaciones, facilitando su comparación y la detección de oportunidades de mejora. No obstante, es crucial interpretar estos indicadores con cautela, ya que una mala comprensión de sus supuestos puede derivar en conclusiones erróneas y decisiones inadecuadas.

1.5.13 Cinco porqués

El método de los “5 porqués” es una técnica de análisis de causa raíz que inicia con la definición clara de un problema y sugiere preguntarse “¿por qué?” de forma reiterada hasta identificar la causa raíz. Aunque tradicionalmente se realizan cinco iteraciones, en la práctica este número puede variar según la complejidad del problema (Imai, 1986). Este enfoque sencillo y efectivo ha sido ampliamente adoptado en industrias enfocadas en la mejora continua y el control de calidad.

1.5.14 Mejora

La fase de Mejorar dentro de DMAIC consiste en desarrollar, implementar y testear soluciones para enfrentar las causas raíz determinadas previamente. Durante esta etapa, se emplean técnicas creativas como brainstorming y análisis de afinidad para generar alternativas efectivas, seguidas de pruebas piloto en entornos controlados para validar su eficacia antes de una implementación completa (Hessing, 2013; Six Sigma Study Guide, 2013). Una vez que las mejoras se despliegan, se monitorean cuidadosamente los resultados para garantizar su impacto positivo y evitar efectos adversos (Hessing, 2013).

1.5.15 Control

La fase de Control en la metodología DMAIC tiene como propósito asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas. En esta etapa se diseñan mecanismos de seguimiento para mantener los niveles de desempeño alcanzados, mediante el monitoreo continuo de indicadores clave (KPI) y el uso de herramientas como gráficas de control. Montgomery (2013) destaca que la estandarización de procedimientos y la implementación de controles estadísticos son fundamentales para garantizar la estabilidad del proceso y prevenir regresiones a estados anteriores de variabilidad.

Capítulo 2

2. Metodología.

Este estudio utilizó la metodología DMAIC, que abarca las fases de Definición del problema, Medición de datos relevantes, Análisis para identificar la causa raíz, Mejora del proceso mediante soluciones evaluadas y Control de estas. A continuación, se detalla su aplicación.

2.1 Definición

Durante esta primera etapa se realizó un estudio de la situación actual de la empresa con el fin de determinar el problema principal, el alcance del proyecto, objetivos a alcanzar y las variables para medir el desempeño del proyecto.

2.1.1 Antecedentes del cliente

La empresa estudiada, ubicada en Guayaquil, se dedica a la fabricación y comercialización de productos de papel absorbente como papel higiénico, servilletas y toallas. Su operación incluye la distribución local, utilizando contenedores para despachar la mercancía hacia diversos destinos. El estudio se enfoca en los procesos logísticos asociados a la carga de contenedores en su centro de distribución.

2.1.2 Diagramación del proceso (SIPOC)

Para entender el proceso de devoluciones de la empresa se elaboró un SIPOC. En la Tabla 1 se detallan aspectos importantes de este proceso como lo son los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes.

Tabla 1:*SIPOC del proceso de carga de la empresa*

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Cliente	Solicitud de producto (tipo y cantidad)	Envío de la solicitud de producto	Solicitud de producto recibida y procesada	Departamento de ventas
Departamento de ventas	Orden interna de pedido	Generación de la orden interna	Orden generada y enviada al jefe de planta	Jefe de planta
Jefe de planta	Datos de inventario	Verificación del inventario actual y planificación de la producción	Pedido confirmado y planificado	Departamento de logística
Cliente / Proveedor de transporte	Capacidad de producción	Proporciona los datos del conductor y del contenedor	Contenedor autorizado para ingresar	Logística interna
	Detalles del pedido	Da la orden para iniciar el procedimiento de carga	Autorización para proceder con la carga	Operador de montacargas y equipo de carga
Área administrativa	Información del contenedor y del conductor			
Equipo de carga	Orden de carga aprobada	Carga del contenedor	Contenedor cargado	
	Autorización de despacho Palets, productos y montacargas	Llenar la hoja de recuento (registro de carga)	Hoja de recuento	Equipo de carga
Área administrativa y de facturación	Hoja de recuento	Autorización de salida del contenedor de las instalaciones	Factura emitida	Cliente final / Proveedor de transporte
	final y detalles del pedido		Contenedor autorizado para salir	

Para un análisis más preciso, se elaboró un diagrama de flujo funcional (ver figura 1) que reveló que solo el 14% de las actividades del proceso agregan valor (Tabla

2). Además, se identificaron fábricas ocultas, como que el método de búsqueda de los SKU en bodega es muy rudimentario y además no se posee un mapeo de la bodega.

Figura 1:

Diagrama de flujo funcional del proceso de carga de la empresa

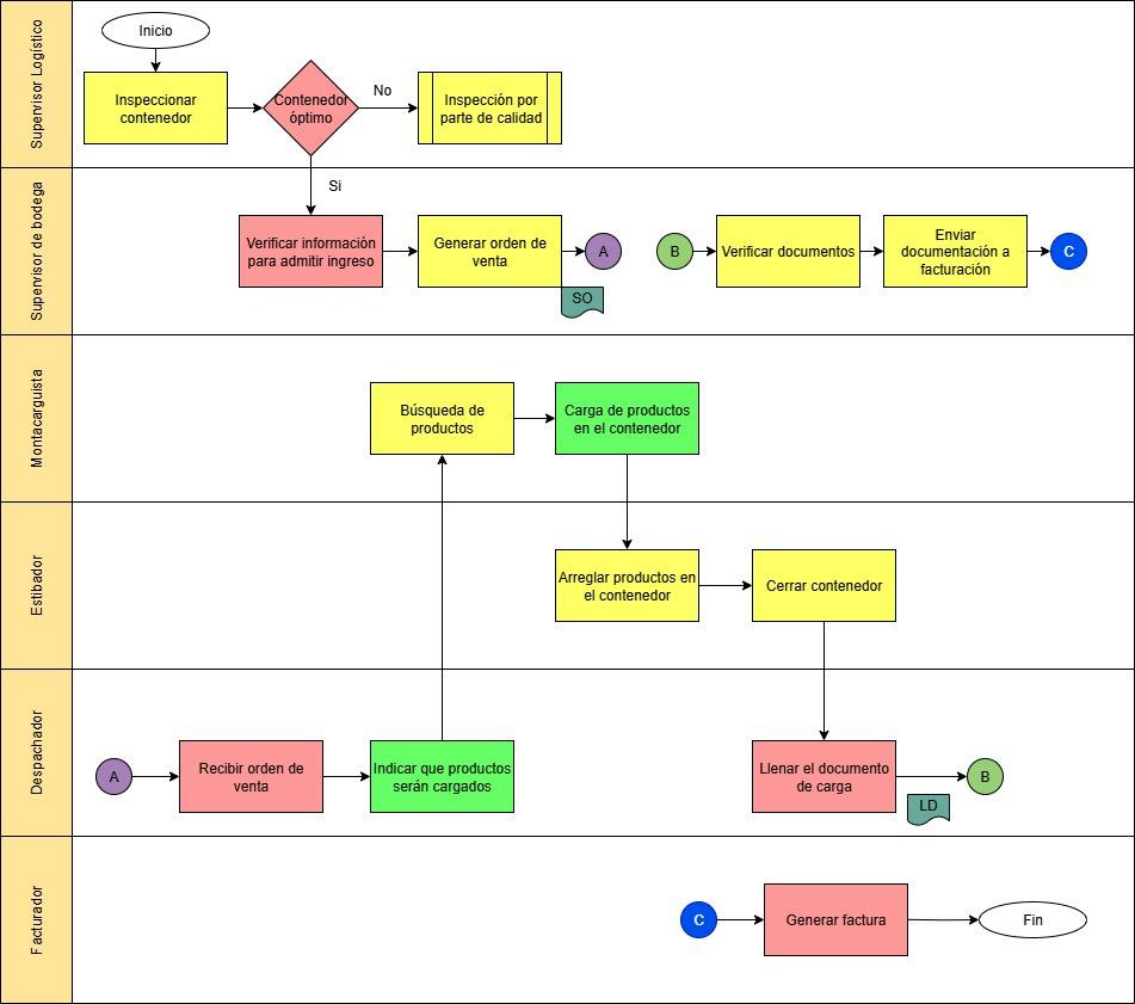


Tabla 2:

Porcentaje de actividades que agregan valor (AV), no agrega valor (NAV) y no agregan valor, pero son necesarias (NAVN)

Tipo de actividad	Porcentaje
AV	14%
NAV	29%
NAVN	57%

2.1.3 Necesidades del cliente

Con el análisis previo, se empezó a entrevistar a los diferentes actores participantes del problema, los cuales se detallan en la figura 2.

Figura 2:

Mapa de actores

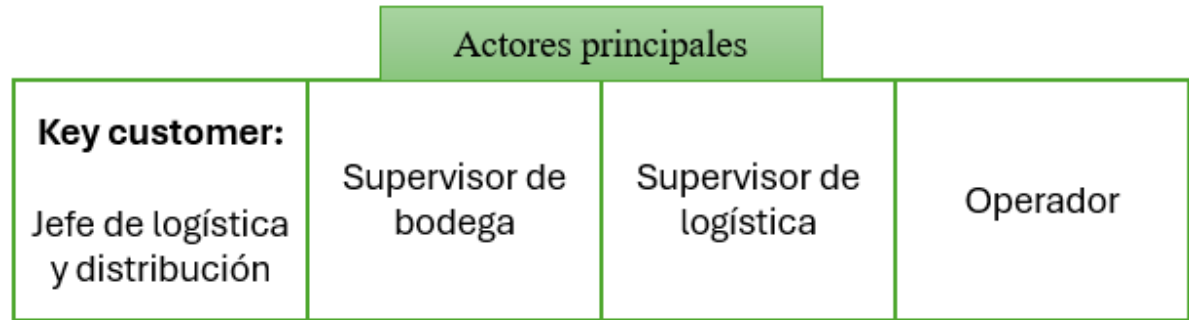
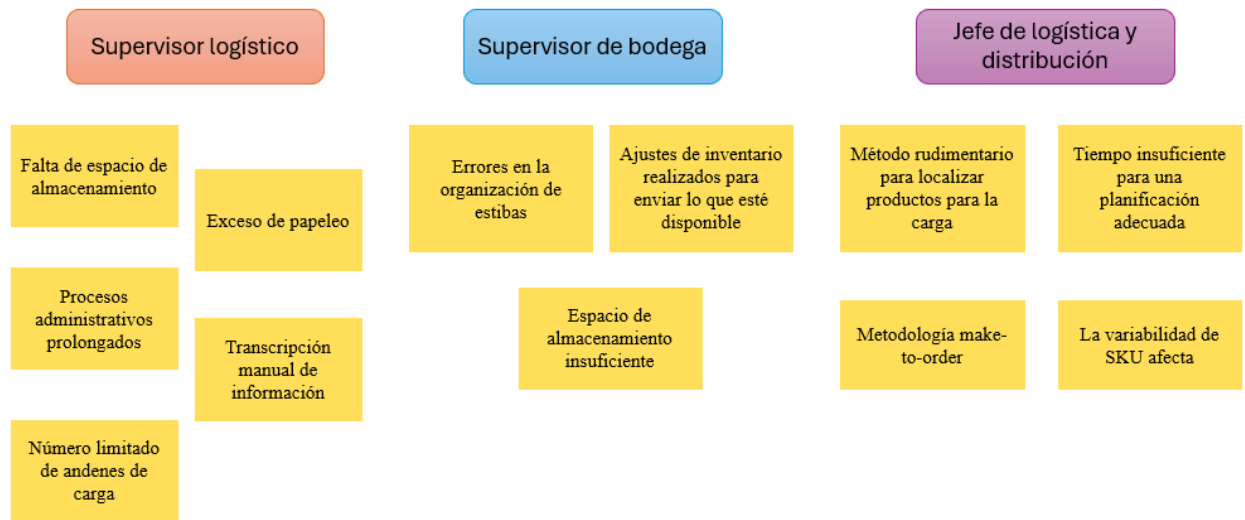


Figura 3:

VOC del supervisor de logística, supervisor de bodega y jefe de logística (propios y externos)

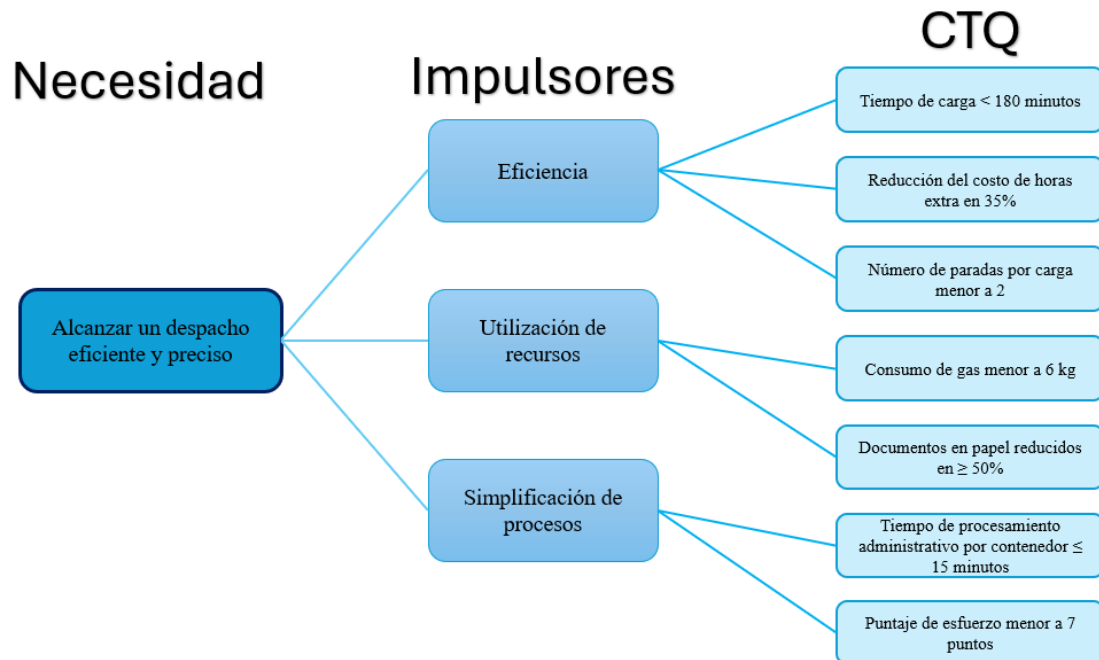


Con un VOC se obtuvieron las necesidades del cliente, del cual se definieron los Drivers a partir de un diagrama de afinidad (Ver apéndice, figura 4).

Partiendo de este diagrama se establecieron los CTQs correspondientes a la eficiencia, utilización de recursos y simplificación de procesos con el fin de cuantificar las necesidades (Figura 4).

Figura 4:

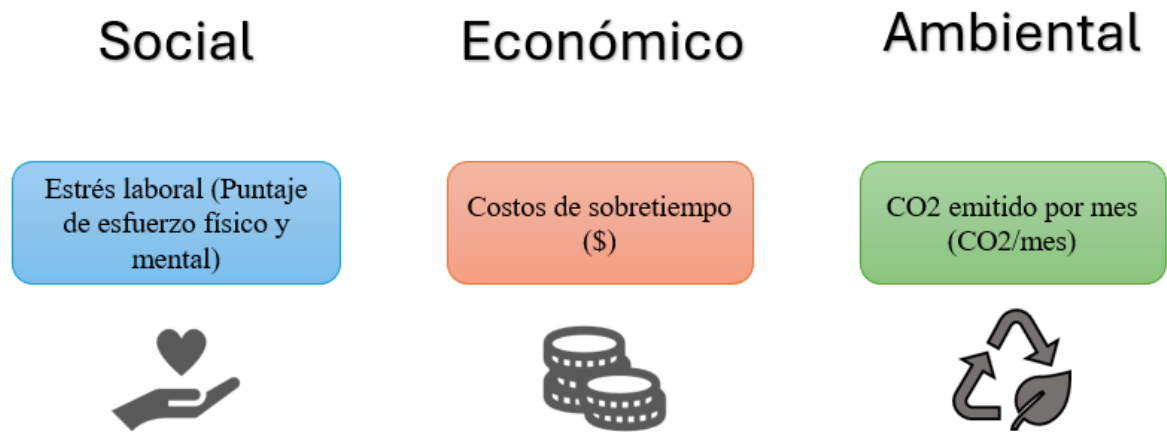
CTQs tree (árbol de críticos de la calidad)



De estos críticos de calidad declaramos tres medidas para establecer una relación con los tres pilares de la sostenibilidad TBL (Triple bottom line) (Figura 5).

Figura 5:

Variables que conforman el triple bottom line



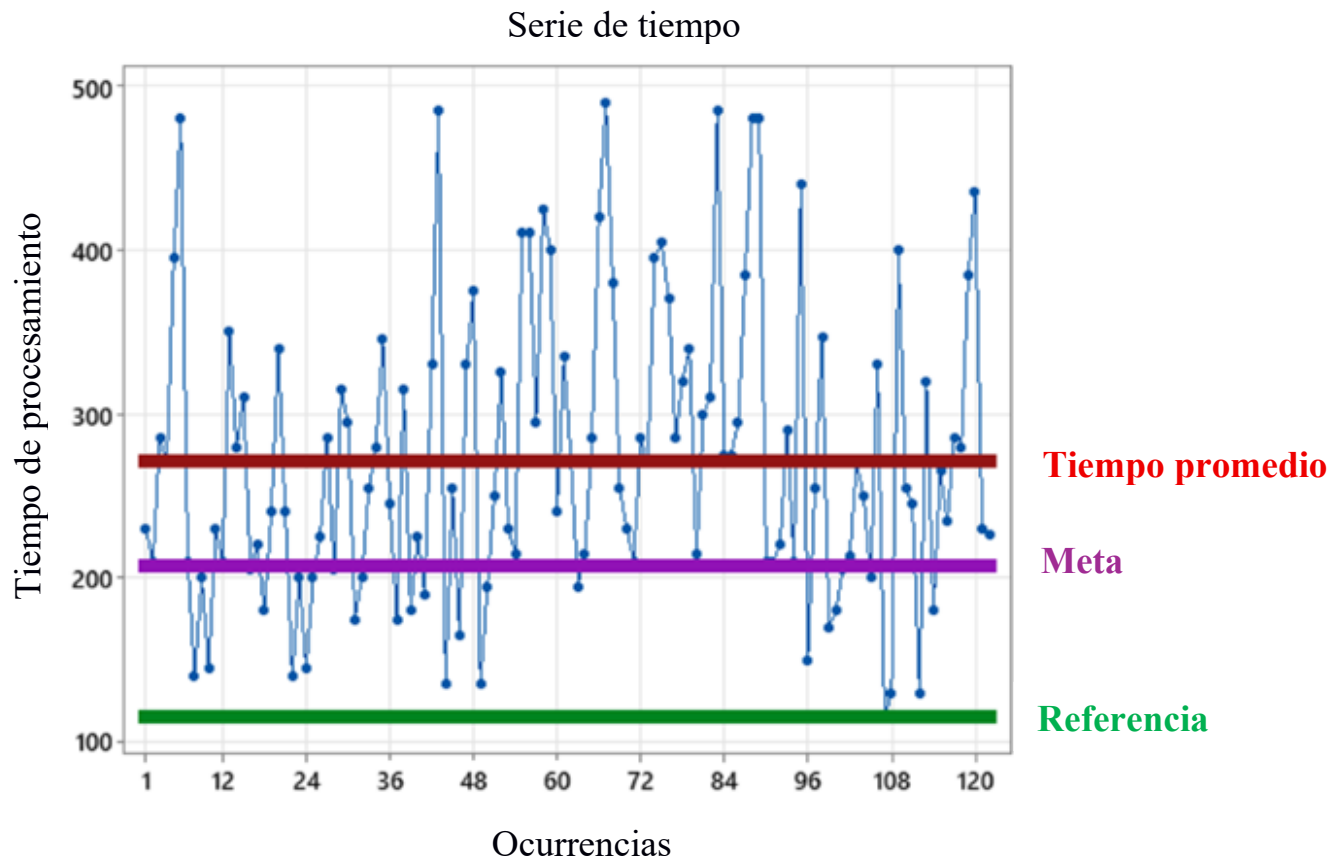
2.1.4 Definición de la variable de respuesta

Se decidió utilizar el tiempo de carga del contenedor como variable de respuesta porque representa de forma directa y cuantificable el principal problema operativo

identificado por la empresa: los procesos de carga están tardando más de lo esperado, generando ineficiencias logísticas.

Figura 6:

Gráfico del tiempo promedio de carga de contenedor



La figura 6 muestra cómo se han comportado los tiempos de carga durante el primer semestre del 2025, donde se evidencia un promedio de 208 minutos, una mejor marca (Benchmark) de 115 minutos y GAP de 156 minutos.

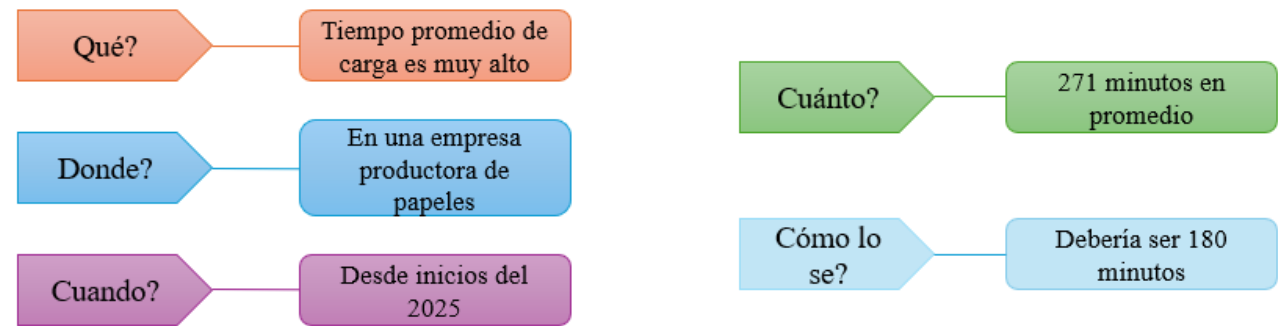
2.1.5 Definición del problema

De acuerdo con la herramienta del 3W+2H (ver Figura 7) y el promedio de la Y obtenido se declara: “Desde mayo de 2025, en el área logística, el tiempo promedio de procesamiento de carga ha sido muy alto, alcanzando los 271 minutos. Según los

requerimientos del cliente y los estándares operativos, debería ser de 180 minutos en promedio.”

Figura 7:

Aplicación de 3W+2H para definición del problema



2.2 Medición

Para obtener los datos requeridos se realizó un plan para la recolección que fue aplicado durante esta fase. En la Figura 8 se detallan los datos relevantes de la recolección como el tamaño de muestra, dónde se recolectaron, cómo se usarán, entre otros aspectos.

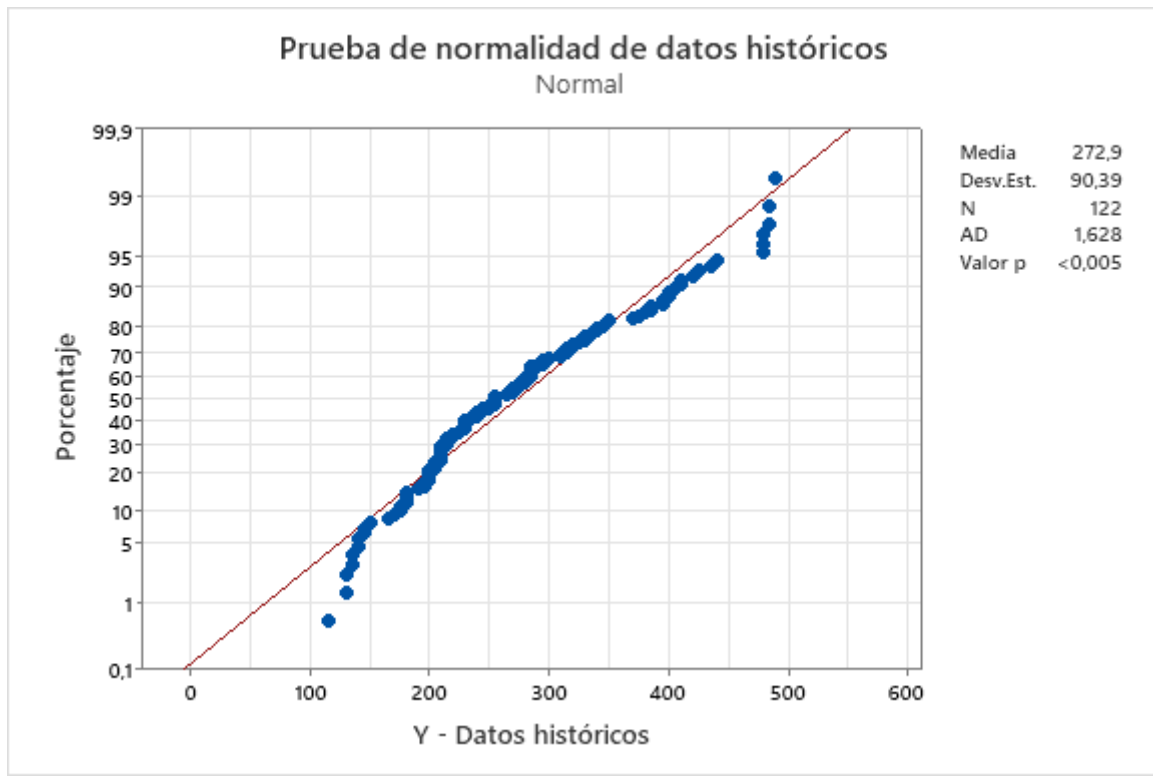
Figura 8:

Plan de recolección de datos

VARIABLE	QUE			DONDE	CUANDO	COMO	PORQUE	QUIEN	ESTATUS	ESTRATIFICACIÓN
	Medición operativa	Tipo de medida	Tipo de dato	¿Dónde recolectar?	¿Cuándo recolecta?	Metodo de recolección	¿Por qué recolectar?	¿Quién va a recolectar?		
Y	Tiempo del proceso de carga	Minutos	Continuo	Excel	Desde mayo 2025	Estudio de tiempos	Establecer la línea base y evaluar las mejoras en el tiempo total del proceso de carga.	Equipo de trabajo interno	Recolectada	Por turno
X1	Tiempo de preparación	Minutos	Continuo	Excel	Q1 2025	Estudio de tiempos	Identificar cuánto del tiempo total del proceso se dedica a la preparación de la carga.	Roger Lavayen y José Mendiburo	En progreso	Por turno
X2	Tiempo de ejecución de la carga	Minutos	Continuo	Excel	Q1 2025	Estudio de tiempos	Identificar cuánto del tiempo total del proceso se dedica a la actividad física de carga.	Roger Lavayen y José Mendiburo	En progreso	Por turno
X3	Tiempo de preparación de la documentación	Minutos	Continuo	Excel	Q1 2025	Estudio de tiempos	Analizar cuánto tiempo se requiere para generar los documentos de envío antes del despacho.	Roger Lavayen y José Mendiburo	En progreso	Tipo documento
X4	Tiempo de transcripción manual	Minutos	Continuo	Excel	Q1 2025	Estudio de tiempos	Cuantificar el tiempo desperdiciado en tareas administrativas no automatizadas e identificar oportunidades de digitalización.	Roger Lavayen y José Mendiburo	En progreso	Tipo formulario
X5	Tiempo de generación de factura	Minutos	Continuo	Excel	Q1 2025	Estudio de tiempos	Comprender cuánto tiempo toma finalizar el proceso de despacho mediante la facturación.	Roger Lavayen y José Mendiburo	En progreso	Por sistema
X6	Horas extra	Minutos	Continuo	Excel	Desde mayo 2025	Datos	Analizar si es preferible añadir x número de trabajadores o mantener las horas extra.	Equipo de trabajo interno	No iniciado	Por turno
X7	Esfuerzo	Puntos	Discreto	In situ	Desde mayo 2025	Formulario	Analizar el esfuerzo realizado en las actividades de carga.	Roger Lavayen y José Mendiburo	En progreso	Tipo tarea
X8	Consumo de combustible	Kg	Continuo	Excel	Desde mayo 2025	Datos	Analizar si existe alguna alternativa para cambiar maquinaria o reducir el consumo.	Equipo de trabajo interno	En progreso	Por turno

Figura 9:

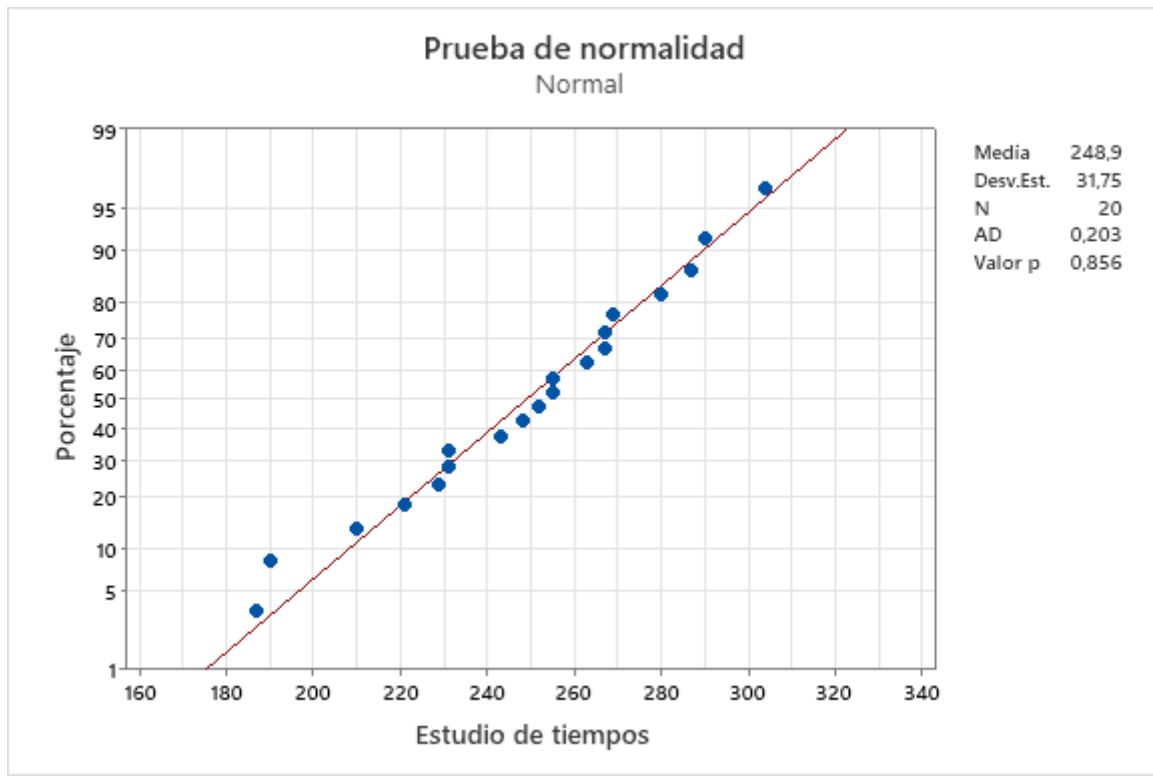
Gráfica de la prueba de normalidad de tiempos de procesamiento por día desde Enero 2025 – junio 2025



Dado que el valor p es menor que 0,05 en la figura 9 entonces tenemos evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de que los tiempos de carga de Y siguen una distribución normal.

Figura 10:

*Gráfica de la prueba de normalidad de tiempos de procesamiento por toma de tiempos
Junio 2025 – Julio 2025*



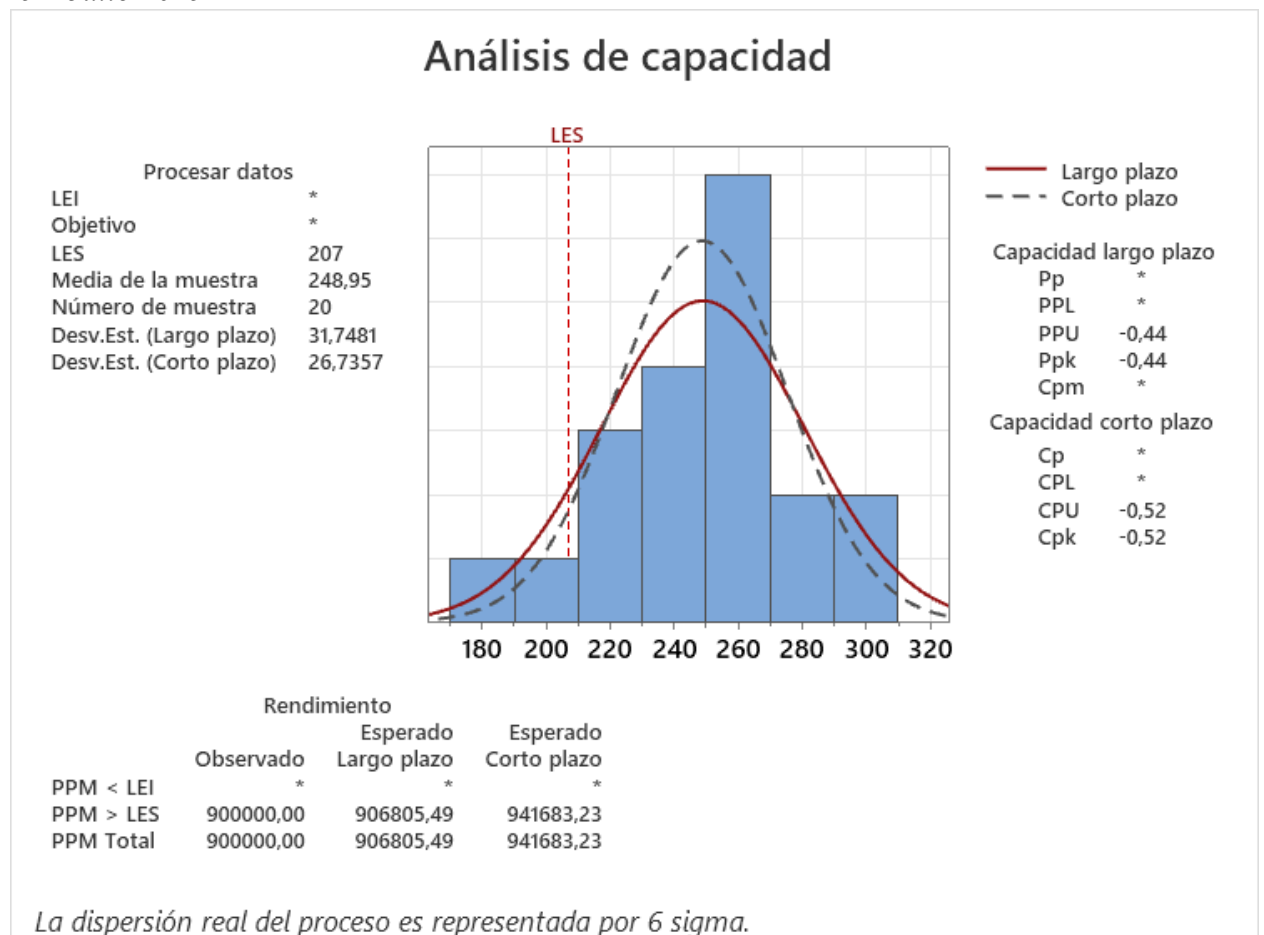
Los resultados mostraron que los tiempos de carga tomados a partir de la recopilación de datos ($Y1 = X1+X2+X3+X4+X5$) siguen una distribución normal con un p igual a 0,856.

2.2.2 Análisis de capacidad

Al realizar el análisis de capacidad, se concluye que el proceso no es capaz ya que el índice de capacidad real (Cpk) calculado fue de -0,52 (Figura 11), lo cual refleja que el proceso se encuentra fuera de los límites de especificación, con una clara tendencia a tiempos de carga superiores al objetivo.

Figura 11:

Gráfica de la prueba de capacidad de tiempos de carga por toma de tiempos Junio 2025 – Julio 2025

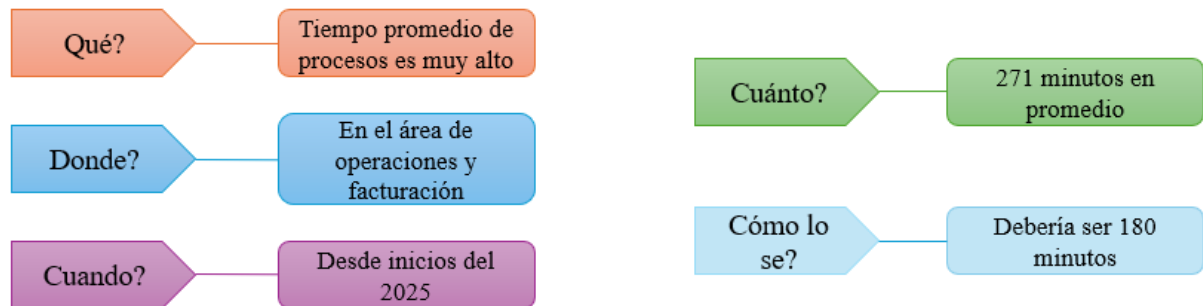


2.2.3 Problema enfocado

Luego de haber tomado datos de cada carga de contenedor, se evidenció que en todo el proceso hay desperdicios que afectan al tiempo que el contenedor pasa en procesamiento, el problema enfocado es: “Existen altos tiempos de despacho en el área de despacho, administrativa y bodega. Desde Abril 2025 en promedio los contenedores esperan 271 minutos para ser procesadas, sin embargo, según las consideraciones del personal administrativo, no debería ser más de 180 minutos”.

Figura 12:

Aplicación de 3W+2H para la declaración del problema enfocado



2.3 Análisis

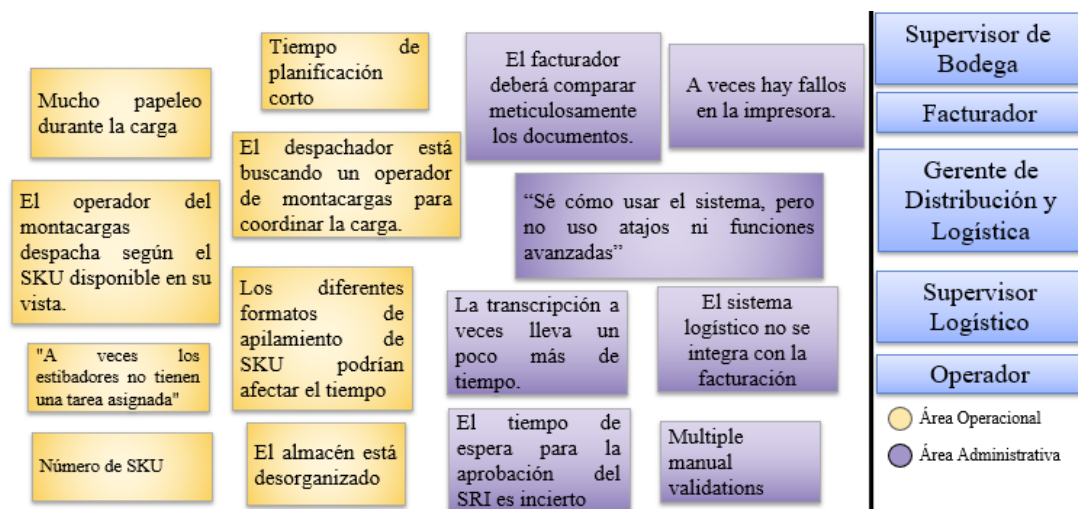
En esta etapa se identificarán posibles causas a partir de una lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa y se las verificaron dando prioridad a las que tuvieran más peso según los involucrados en cada una de las dos áreas a analizar (Operacional y administrativa)

2.3.1 Lluvia de ideas

Para la lluvia de ideas se realizó una reunión con el equipo involucrado del área para indagar en causas potenciales (figura 13).

Figura 13:

Lluvia de ideas realizada por el equipo



2.3.2 Diagrama Ishikawa

A continuación, se presenta un diagrama de Ishikawa que se realizó con el mismo equipo presente. Este tiene el objetivo de clasificar en 6 áreas las diferentes causas propuestas en la lluvia de ideas como se muestra en la figura 14 y figura 15.

Figura 14:

Diagrama de Ishikawa del área operacional para la clasificación de causas

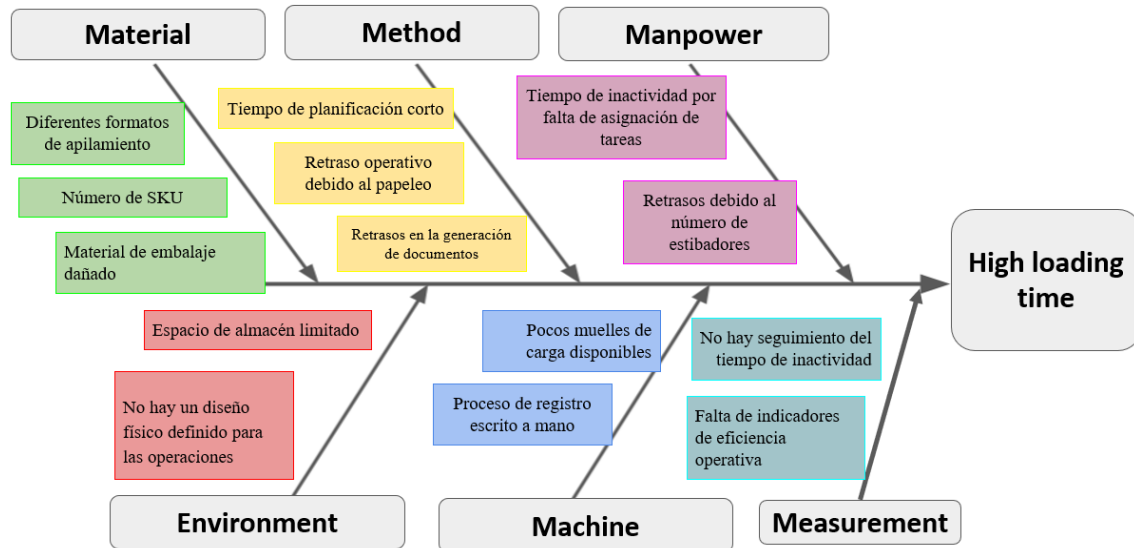
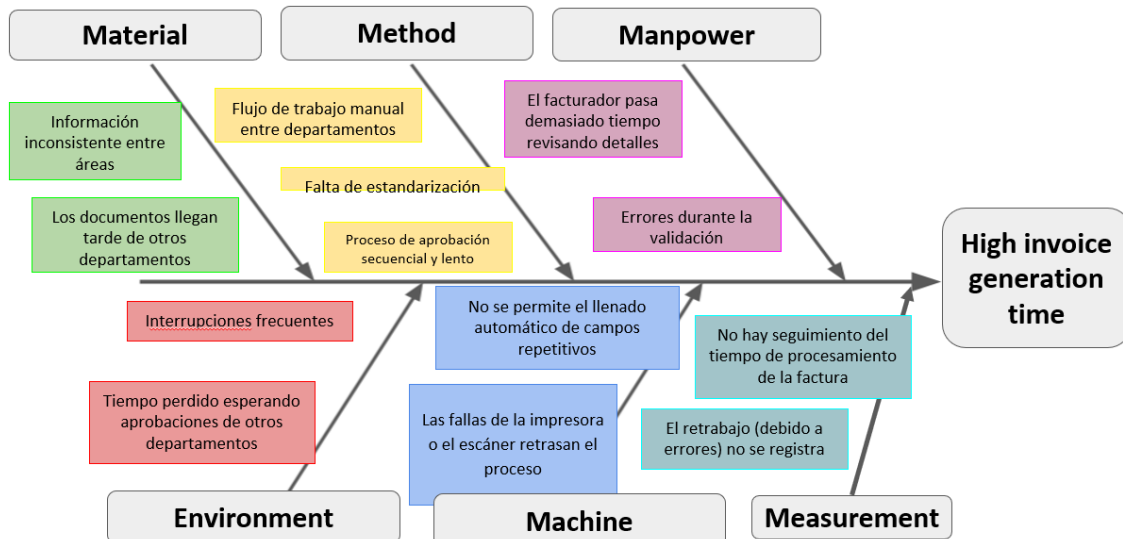


Figura 15:

Diagrama de Ishikawa del área administrativa para la clasificación de causas



2.3.3 Matriz causa-efecto

Se usaron pesos (1, 3 y 5) para cuantificar el peso de las causas. Estos pesos fueron dados por los operadores, el supervisor de logística, supervisor de bodega y el jefe (véase figura 16 y 17).

Figura 16:*Gráfico del peso de cada causa del área operativa*

Causa ponderada	Y= Tiempo de carga					Total
	Manager de distribución y logística	Supervisor de bodega	Operador	Facturador	Supervisor logístico	
Material						
1 Diferentes formatos de apilamiento	5	5	5	3	3	1125
2 Número de SKUs	5	5	5	3	3	1125
3 Material de embalaje dañado	1	1	3	1	3	9
Mano de obra						
4 Número de estibadores	5	5	3	3	5	1125
5 Tiempo muerto por falta de asignación de tareas	1	1	1	1	5	5
Método						
6 Planificación a corto plazo	5	5	5	5	5	3125
7 Retraso operativo debido a papeleo	3	5	5	5	5	1875
8 Retrasos en la generación de documentos	5	5	5	5	5	3125
Entorno						
9 Espacio limitado en el almacén	5	5	5	5	5	3125
10 Distribución del almacén no definida	5	5	5	1	5	625
Máquina						
11 Pocos muelles de carga disponibles	5	5	5	5	1	625
12 Proceso de registro manual	5	5	5	5	5	3125
Entorno						
13 Sin seguimiento de tiempos muertos/paradas	3	5	3	3	5	675
14 Falta de indicadores de eficiencia operativa	3	3	1	3	3	81

Figura 17:*Gráfico del peso de cada causa del área administrativa*

N.	Matriz	Y = Tiempo de procesamiento					Total
		Manager de distribución y logística	Supervisor de	Operador	Facturad	Supervisor	
Material							
1	Información inconsistente entre áreas	3	3	1	5	3	135
2	Los documentos llegan tarde de otros	1	3	1	3	3	27
Mano de obra							
3	El facturador dedica demasiado tiempo a revisar detalles	5	5	3	5	5	1875
4	Errores durante la validación	3	3	3	5	3	405
Entorno							
5	Interrupciones frecuentes	3	1	1	3	3	27
Método							
6	Flujo de trabajo manual entre departamentos	3	3	3	3	1	81
7	Falta de estandarización	1	1	3	1	1	3
8	Proceso de aprobación secuencial y lento	3	3	3	5	3	405
Máquina							
9	Sin autocompletado para campos repetitivos	5	3	3	5	5	1125
10	Las fallas de impresora o escáner retrasan el proceso	1	3	3	3	3	81
Medición							
11	Sin seguimiento del tiempo de procesamiento de factura	1	1	3	1	3	9
12	El retrabajo (debido a errores) no se registra	3	1	3	1	1	9

2.3.4 Matriz Impacto-Control

Dada las causas anteriores de la figura 16 y figura 17, se prioriza aquellas que tengan un impacto alto en la variable de respuesta y que sean fácilmente controlables en la figura 18 y 19.

Figura 18:

Matriz impacto-control de causas operativas con mayor peso

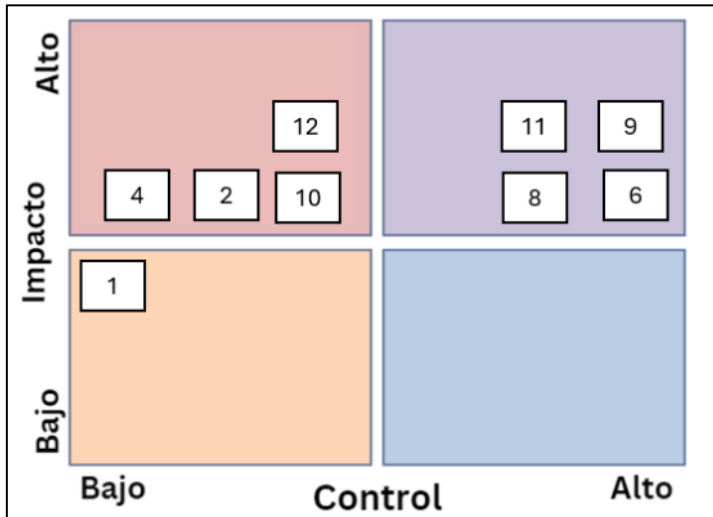
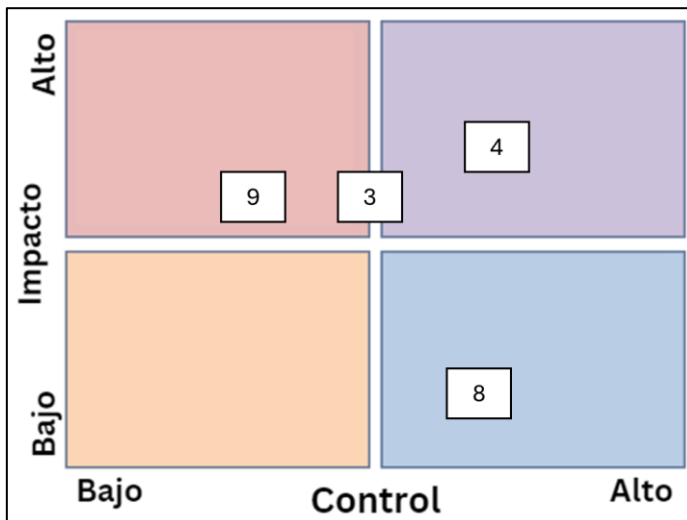


Figura 19:

Matriz impacto-control de causas administrativas con mayor peso



2.3.5 Plan de verificación de causas

A continuación, se realizaron diferentes pruebas para medir el impacto que tendrían estas causas en el problema y así priorizarlas. El plan de verificación se detalla en la Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3:*Plan de verificación de causas operativas*

Causa Potencial	Teoría sobre el impacto	¿Cómo verificarlo?
Variabilidad de los SKU	Cuando en un contenedor se embarcan varios tipos de SKU, el proceso de carga tiende a incrementarse según los arreglos de los formatos de los SKU.	Prueba de Mann-Whitney
Número de estibadores	Si la cantidad de estibadores supera o baja cierto de número, no existe una mejora significativa en el tiempo de carga y no se estarían aprovechando debidamente la fuerza laboral	Prueba de Mann-Whitney
No existe un layout definido de la bodega	Los operadores (en especial el de montacargas) al no contar con un layout bien definido de la bodega, tienden a perder tiempo buscando cada SKU de manera tradicional.	GEMBA
No hay un seguimiento al tiempo muerto / paralizaciones	Al no realizar un seguimiento sistemático al tiempo muerto y a las paralizaciones durante el proceso de carga, se pierde visibilidad sobre los momentos y razones por las cuales las actividades se detienen.	Prueba de Mann-Whitney

Tabla 4:*Plan de verificación de causas administrativas*

Causa Potencial	Teoría sobre el impacto	¿Cómo verificarlo?
El facturador pasa demasiado tiempo revisando detalles	El prolongado tiempo de revisión del facturador provoca retrasos en la emisión de facturas, lo que a su vez impide el envío rápido de los contenedores. Esto no solo afecta los plazos de entrega del cliente, sino que también interrumpe todo el flujo logístico.	GEMBA
No se permite autocompletar campos repetitivos	El sistema de facturación carece de una función de autocompletado para campos que se repiten con frecuencia, como datos del cliente, códigos de producto, precios e información fiscal. Por lo tanto, el facturador debe introducir manualmente esta información en cada transacción.	GEMBA

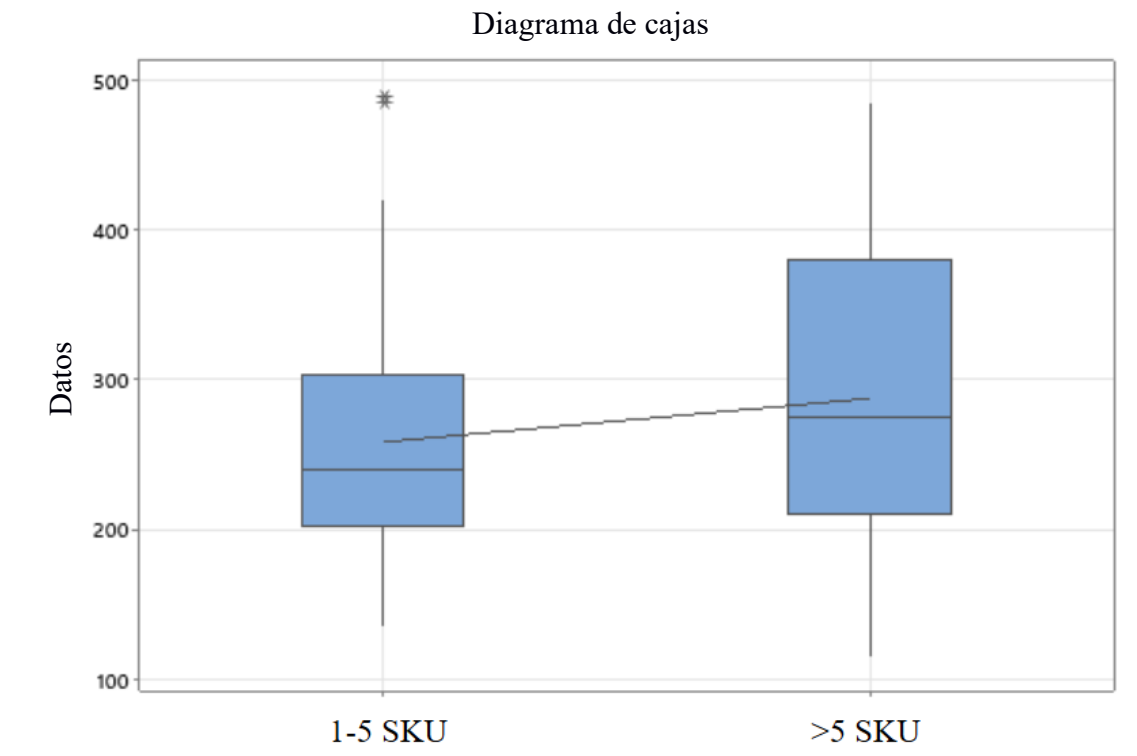
2.3.5.1 Verificación de cantidad de SKUs.

La parte administrativa manifestó que es posible que al haber una determinada cantidad de SKUs puede afectar al tiempo de carga elevándolo puesto que la presencia de varios formatos de arreglos de los SKU en el estibo.

Para demostrar que esta causa incrementa el tiempo de despacho, se decidió usar una prueba de Mann-Whitney entre el tiempo de procesamiento con muchos SKUs (mas de 5 productos en un solo contenedor) y con pocos SKUs (menos de 5 productos por contenedor)

Figura 20:

Diagrama de caja del tiempo de procesamiento de contenedores con muchos vs pocos SKU.



El diagrama de caja de la figura 20 muestra una diferencia clara entre las medias de los tiempos de procesamiento de contenedores con muchos vs pocos SKU.

Prueba de Mann-Whitney

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Tabla 5:

Resultados de la prueba de Mann-Whitney de tiempo de procesamiento de contenedores con muchos vs pocos SKU.

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	3439,00	0,110
Ajustado para empates	3439,00	0,110

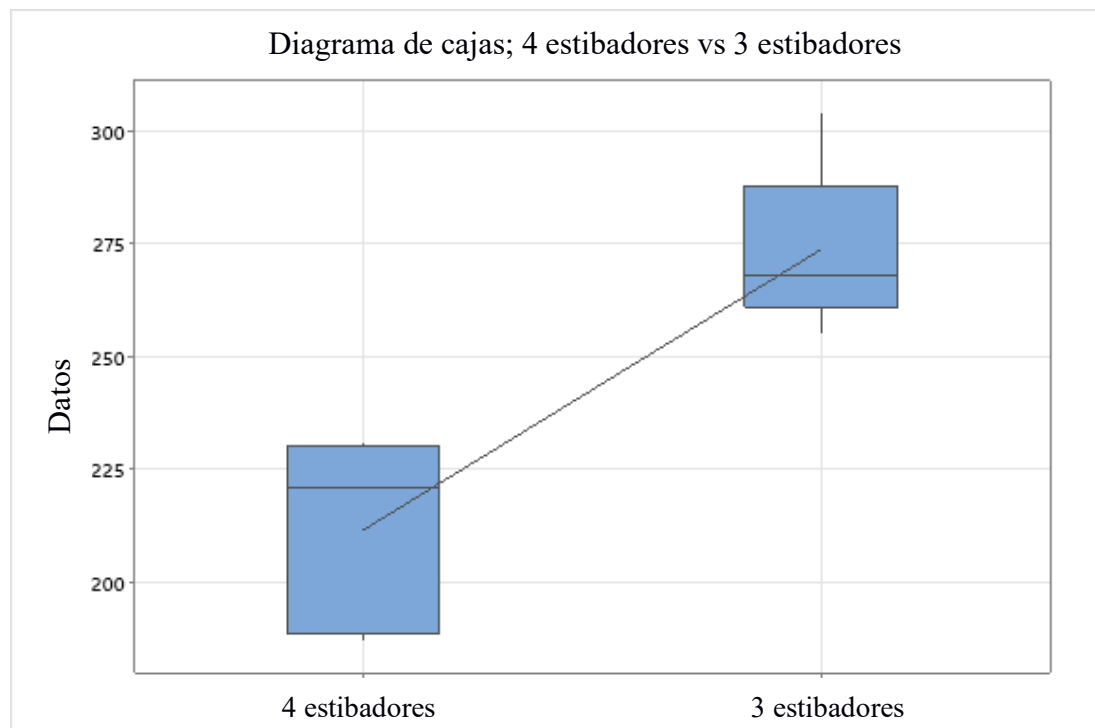
Como resultado de la Tabla 5, es decir, la prueba con un valor $p > 0.05$, se concluyó que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y decir que hay diferencia significativa entre las medianas del tiempo de procesamiento de contenedores con muchos vs pocos SKU.

2.3.5.2 Verificación de número de estibadores para un contenedor.

Mediante observación y sugerencia de la parte administrativa, se pudo revelar una potencial causa que tiene que ver con el número de estibadores. La teoría de que, si el número de estibadores supera o cae por debajo de cierto umbral, no hay una mejora significativa en el tiempo de carga, y la mano de obra no se está utilizando de manera eficiente es de debida consideración.

Figura 21:

Diagrama de cajas de estibadores



Para demostrar que esta causa incrementa el tiempo de despacho, se decidió usar una prueba de Mann-Whitney entre el tiempo de procesamiento cuando hay 3 y 4 estibadores por contenedor.

Prueba de Mann-Whitney

Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Tabla 6:

Resultados de la prueba de Mann-Whitney de procesamiento de contenedores

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	15,00	0,003
Ajustado para empates	15,00	0,003

Como se observa en la Tabla 6, el valor p es menor a 0,05, lo que proporciona evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos registrados con 3 y 4 estibadores por contenedor. Es importante destacar que los tiempos observados con 5 estibadores son muy similares a los obtenidos con 4, lo que sugiere que incrementar el número de estibadores más allá de 4 no genera beneficios adicionales en términos de eficiencia. Por lo tanto, se concluye que 4 estibadores por contenedor representan el punto de equilibrio óptimo entre rendimiento operativo y uso eficiente de la fuerza laboral.

2.3.5.3 Verificación que no hay un mapeo definido de la bodega.

Desde que se adecuó la bodega para almacenar productos, no se hizo nunca un mapa “layout” definido de la bodega para saber con precisión donde se ubica cada producto y que las operaciones de búsqueda sean menos engorrosas.

Para verificar esta causa decidimos usar el método GEMBA dado que se consideró necesario entender las distribuciones de espacio y proceso de búsqueda de

SKUs. Mediante una caminata Gemba, se observó que los SKU se almacenaban sin una ubicación definida, por lo que no se podía establecer una ruta de picking basada en los SKU que debían cargarse en orden, sino más bien en función de cómo el SKU era visible en el inventario.

A través de una entrevista con el operador del montacargas, se obtuvo información sobre la dificultad para encontrar algunos SKU, ya que estos podrían estar ubicados en lugares que no pueden ser vistos a simple vista, lo que lleva al operador a buscar otro SKU en su lugar. Debido a la relevancia que podría tener esta causa y su posible solución se la considera como significativa.

2.3.5.4 Verificación de exceso de revisión de registros

Este recorrido Gemba, ahora centrado en el área administrativa, reveló que, cuando la hoja de registro llega al facturador, se dedica un intervalo de media hora de tiempo a revisar los detalles de las cantidades despachadas.

Cabe destacar que, cada vez que se detecta un error en la suma de las cantidades del producto, la hoja se devuelve a los operarios para su corrección, lo que genera una importante brecha que conlleva un tiempo de inactividad considerable.

2.3.5.5 Verificación de proceso de factura

Por medio de Gemba se constató que el facturador tiene que realizar una revisión doble de los registros para la elaboración de la factura para asegurarse que la cantidad de despachos de un SKU sea la misma que la cantidad total de bultos de SKU despachada, lo que genera que el proceso de carga se prolongue.

2.3.5.6 Verificación de autocompletación

Por medio de Gemba el sistema actual de facturación no contempla la función de autocompletado para campos con frecuencia alta, como datos básicos de facturación como cliente, códigos de SKU, precios de SKU, e información fiscal. El facturador en ausencia de esta función debe rellenar manualmente estos datos en cada transacción de factura de las órdenes de venta.

2.3.6 Cinco ¿Por qué?

Para cada causa potencial que resultó con un efecto significativo en las variables, se utilizó la herramienta de los cinco ¿por qué? Los detalles de los hallazgos y causas raíz se aprecian en las figuras 22 y 23.

Figura 22:

Aplicación de 5 ¿Por qué? de causas operativas

Round 1	Hipotesis	Round 2	Hipotesis	Round 3	Hipotesis	Round 4	Acción
Por qué no hay un número de estibadores fijo	SI	¿Por qué depende de la carga de trabajo?	SI	¿Por qué no existe una directriz predefinida?	SI	¿Por qué no se ha analizado ni documentado el proceso de asignación?	Implementar una estandarización del proceso de carga
Porque el número de estibadores varía en función de la carga de trabajo diaria		Porque no existe una directriz predefinida que dicte el número óptimo de estibadores		Porque el proceso de asignación de estibadores no ha sido documentado ni analizado		Porque el proceso de carga no ha sido estandarizado.	
¿Por qué las registros siguen siendo en papel?	SI	¿Por qué las empleadas llenan manualmente los registros?	SI	¿Por qué no existe un sistema digital?			Implementar una herramienta tecnológica
Porque los empleados rellenan registros manualmente durante el proceso de carga.		Porque no existe un sistema digital para registrar los datos.		Porque no hay tecnología disponible actualmente en uso para este propósito.			

Figura 23:

Aplicación de 5 ¿Por qué? de causas administrativas

Round 1	Hipotesis	Round 2	Hipotesis	Round 3	Hipotesis	Round 4	Acción
¿Por qué el facturador demora tanto tiempo revisando detalles?	SI	¿Por qué necesita revisar con múltiples documentos?	SI	¿Por qué no existe un registro unificado y verificado de los productos cargados?	SI	¿Por qué el proceso de carga no se rastrea ni se registra digitalmente en tiempo real?	Diseñar e implementar un sistema de escaneo de código de barras integrado con logística y facturación.
Porque necesitan revisar los datos de la factura con notas de entrega, listas de picking y documentos físicos.		Porque no existe una fuente unificada de información verificada sobre lo que realmente se cargó en el contenedor.		Porque el proceso de carga no se rastrea ni se registra digitalmente en tiempo real.		Porque la empresa no ha implementado un sistema de escaneo de código de barras integrado con la logística y la facturación.	
¿Por qué no se permite el llenado automático de campos repetitivos?	SI	¿Por qué el sistema requiere entrada manual para cada factura?	SI	¿Por qué el sistema carece de esas funciones de automatización?	SI	¿Por qué la empresa adoptó una herramienta con personalización limitada?	Mejorar el sistema de facturación actual con capacidades de llenado automático de campos repetitivos, totalmente integrado con la autorización SRI.
Porque el sistema de facturación requiere entrada manual para cada factura		Porque carece de funciones de automatización como plantillas, valores predeterminados o memoria de datos.		Porque la empresa adoptó una herramienta de facturación básica con opciones de personalización limitadas.		Porque inicialmente el enfoque estaba en el cumplimiento de los requisitos del SRI, no en mejorar la eficiencia del proceso.	

Capítulo 3

3.1 Mejora

De las causas raíz que fueron postuladas en la sección anterior se propusieron mejoras al proceso administrativo y operativo en la cual ayudará a disminuir el tiempo de proceso según los recursos económicos disponibles en la empresa destinados al proyecto.

3.1.1 Soluciones Propuestas

De las causas halladas se estableció soluciones que se presentan a continuación: (véase la figura 24)

Figura 24:

Soluciones propuestas vinculadas a causas raíces

Causa potencial	Causa Raíz	Solución
Número de estibadores	El proceso de carga no está estandarizado.	S1: Implementar una estandarización del proceso de carga
Retrasos operativos debido a procesos de registro manuales y en papel	No existe tecnología disponible para digitalizar el proceso de registro.	S2: Adoptar una herramienta tecnológica
El facturador pasa demasiado tiempo revisando detalles	La empresa no ha implementado un sistema de escaneo de código de barras integrado con la logística y la facturación.	S3: Diseñar e implementar un sistema de escaneo de código de barras integrado con logística y facturación.
No se permite autocompletar campos repetitivos	El sistema de facturación fue elegido por el cumplimiento del SRI, sacrificando funciones de automatización como el llenado automático de campos repetitivos.	S4: Mejorar el sistema de facturación actual con capacidades de llenado automático de campos repetitivos, totalmente integrado con la autorización SRI.

3.1.2 Matriz de priorización Impacto - Esfuerzo

Se evalúo las soluciones propuestas en la medida de su impacto y esfuerzo, en la que el esfuerzo se asocia a un costo y el impacto a la posibilidad de resultados que reduzcan el tiempo de de proceso. De la matriz que se observa en la figura 25

obtenemos las siguientes soluciones que se ubican en el área de bajo esfuerzo y alto impacto.

Figura 25:

Evaluación de soluciones

Soluciones Propuestas	Impacto	Esfuerzo	Prioridad
S1: Implementar una estandarización del proceso de carga	Alto	Bajo	Alto
S2: Adoptar una herramienta tecnológica	Alto	Medio	Alto
S3: Diseñar e implementar un sistema de escaneo de código de barras integrado con logística y facturación.	Alto	Medio	Alto
S4: Mejorar el sistema de facturación actual con capacidades de llenado automático de campos repetitivos, totalmente integrado con la autorización SRI.	Bajo	Alto	Bajo

3.1.3 Análisis financiero final

Se realizó una nueva evaluación de la suma de costo de las soluciones propuestas factibles para el proyecto en sus condiciones, lo que se estima un costo de \$1972,15 (véase la figura 26).

Figura 26:

Análisis financiero final de soluciones propuestas

Soluciones propuestas	Costo de software, desarrollo y mantenimiento	Personal	Tiempo de entrenamiento	Costo por hora	Costo de entrenamiento	Costo total estimado
S1: Implementar una estandarización del proceso de carga	\$0	15	1 hora	\$3,75	\$56,25	\$56,25
S2: Adoptar una herramienta tecnológica	\$24,90	15	1 hora	\$4	\$60	\$84,90
S3: Diseñar e implementar un sistema de escaneo de código de barras integrado con logística y facturación.	\$1,771	15	1 hora	\$4	\$60	\$1,831

3.1.4 Plan de implementación

De las soluciones planteadas a implementar se elaboró un plan de implementación en dónde se plasma detalles sobre la ejecución respondiendo a interrogantes de cuándo, dónde, responsables, y cómo se implementaría.

Figura 27:

Plan de implementación de soluciones a desarrollar

Caura Raíz	Solución	Fecha	Lugar	Responsable	Justificación	Implementación	Costo total
El proceso de carga de contenedores no se encuentra estandarizado	Estandarización del proceso de carga de contenedores	Agosto 11 - Agosto 27	Área operacional	Roger Lavayen y José Mendiburo	Para diseñar el proceso de carga de contenedores con el fin de reducir tiempos de inactividad o esperas debido a errores	Diseñar un formato estandarizado y capacitar a los operadores para que realicen las actividades según lo establecido	\$56,25
No existe tecnología disponible para digitalizar el proceso de registro. La empresa no ha implementado un sistema de escaneo de código de barras integrado con la logística y la facturación	Diseñar e implementar un sistema de escaneo de código de barras integrado con logística y facturación	Agosto 11 - Agosto 27	Área operacional y administrativa	Roger Lavayen y José Mendiburo	Reducir el papeleo durante la carga operativa y ahorrar tiempo en la factura eliminando tareas de revisión y tiempos muertos por errores	Diseñar una aplicación web y capacite a los operadores y al facturador en su uso RECURSO: TELÉFONOS CELULAR	\$180

3.2 Implementación de soluciones

Se describe en qué consisten las soluciones:

3.2.1 Estandarización del proceso de carga de contenedores

Se elabora un POE que se visualiza en la tabla 7 con la finalidad de estandarizar actividades, responsables y describir un procedimiento en el que se ejecutará una serie de pasos ordenados del cual se obtendrá una entrada de información que servirá para efectuar de manera ágil la creación de la factura. Por medio de un KPI se mantiene un control que ayuda identificar actividades que consumen un tiempo prolongado y alargan el proceso de carga lo cual se muestra un ejemplo en la tabla 8.

Tabla 7:*POE de carga de contenedores*

Registro	POE-01 – Procedimiento estándar de carga de contenedores
Área responsable	Logística y Distribución , Administrativa
Alcance	Este procedimiento aplica a todo el personal de logística encargado de la preparación, escaneo y carga de contenedores en el área de despacho, así como también ciertas responsabilidades del facturador.
Cargos responsables	Operador de carga: Ejecución de las tareas de carga y escaneo de productos. Supervisor de logística: Validación del cumplimiento del procedimiento y solución de incidencias. Área administrativa: Emisión de la orden de venta y control documental. Facturador: Registro de finalización de carga y emisión de documentos de salida.
Supervisor a cargo	Luis Rodríguez
Descripción del proceso	
1) Obtener la orden de venta del supervisor de bodega . 2) Comenzar a cargar los SKU (consultar ubicaciones sugeridas para cada sku). -Para cumplir amenable esta tarea se deben designar exactamente 4 estibadores de ser posible. 3) Escanear cada código de barras e indicar cantidad (durante la carga). 4) Cerrar el contenedor verificando que esté a tope. 5) Inmediatamente notificar a facturación que se ha concluido la carga. 6) Facturador debe crear la factura en base a los datos escaneados y hacer una comparación con la orden de venta. 7) Empezar preparativos para la siguiente carga (Búsqueda de los SKU y empezar a llenar la zona de precarga).	

Tabla 8:*KPI de tiempo de contenedores*

KPI's		
Descripción	Indicador	
Tiempo de procesamiento de contenedor	Menor a 230 minutos; desde que el contenedor comienza a cargarse hasta que el facturador emite la factura	
Número de paradas	Menor a 2 paradas durante el proceso de carga	
Especificaciones		
Se consideran paradas del proceso a las siguientes situaciones:		
- Reproceso de documentos (volver a sumar la cantidad de despachos, etc.).		
-Búsqueda de SKU mayor a 5 minutos.		
Supervisor logístico	Fecha	Firma
Luis Rodríguez		
Indicaciones adicionales		
CUALQUIER NOVEDAD NO ESPECIFICADA EN ESTE DOCUMENTO SE DEBE NOTIFICAR AL SUPERVISOR LOGÍSTICO QUE ESTARÁ PRESENTE DURANTE LAS CARGAS DE CONTENEDORES (DE NO SER ASÍ, NOTIFICAR AL SUPERVISOR DE BODEGA).		

3.2.2 Diseñar e implementar un sistema de escaneo de código de barras integrado con logística y facturación en tiempo real

El despacho de los S.K.U por unidad de medida (bultos) se elaboraba en un registro manual (véase la figura 28) del cual al final del despacho procedía a realizar otro registro en la que recopilaba el total de bultos por sku y se le entregaba al facturador quien debía comparar que lo recopilado en el segundo registro sea acorde a lo despachado en el primer registro (véase la figura 29). Este proceso fue cambiado en la elaboración de una aplicación web que escanea el código de barras del sku en donde identifica el SKU (véase la figura 30) y lo registra digitalmente en dos hojas de excel, la primera hoja de Excel (véase la figura 31) en dónde se visualiza en tiempo real la cantidad de bultos por SKU despachada por container y en la segunda hoja de Excel (véase la figura 32) se aglomera la cantidad de bultos por despacho de cada SKU. Al implementar esta ayuda tecnológica se facilita la elaboración de la factura al no tipear la información de los bultos despachados por SKU dado que ya se obtiene de la hoja de Excel por orden de venta.

}

Figura 28:

Registro manual de despacho



Figura 29:

Comparación de información de registros



Figura 30:

Escaneo de código de barra



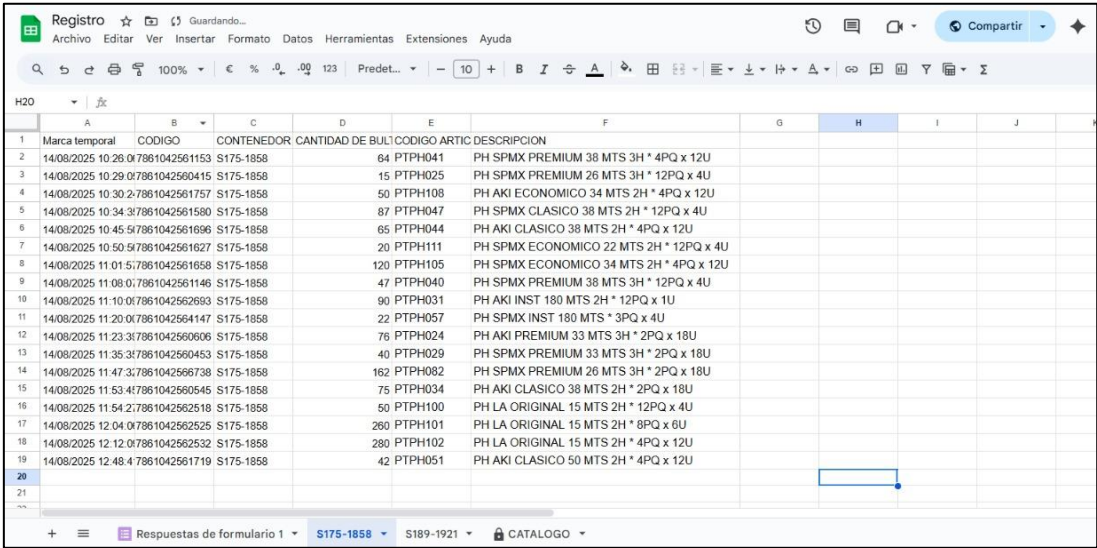
Figura 31:

Registro digital de despachos realizados

Registro									
Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda									
100% 123 Predet... 10 B I A									
A1 Marca temporal									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Marca temporal	CODIGO	CONTENEDOR	CANTIDAD	CODIGO ARTICULO	DESCRIPCION			
4	14/08/2025 10:29:05	7861042560415	S175-1858	15	PTPH025	PH SPMX PREMIUM 26 MTS 3H * 12PQ x 4U			
5	14/08/2025 10:30:24	7861042561757	S175-1858	50	PTPH108	PH AKI ECONOMICO 34 MTS 2H * 4PQ x 12U			
6	14/08/2025 10:34:35	7861042561580	S175-1858	37	PTPH047	PH SPMX CLASICO 38 MTS 2H * 12PQ x 4U			
7	14/08/2025 10:41:37	7861042561580	S175-1858	50	PTPH047	PH SPMX CLASICO 38 MTS 2H * 12PQ x 4U			
8	14/08/2025 10:45:50	7861042561696	S175-1858	50	PTPH044	PH AKI CLASICO 38 MTS 2H * 4PQ x 12U			
9	14/08/2025 10:49:11	7861042561696	S175-1858	15	PTPH044	PH AKI CLASICO 38 MTS 2H * 4PQ x 12U			
10	14/08/2025 10:50:56	7861042561627	S175-1858	19	PTPH111	PH SPMX ECONOMICO 22 MTS 2H * 12PQ x 4U			
11	14/08/2025 11:01:57	7861042561658	S175-1858	60	PTPH105	PH SPMX ECONOMICO 34 MTS 2H * 4PQ x 12U			
12	14/08/2025 11:05:59	7861042561658	S175-1858	60	PTPH105	PH SPMX ECONOMICO 34 MTS 2H * 4PQ x 12U			
13	14/08/2025 11:08:07	7861042561146	S175-1858	47	PTPH040	PH SPMX PREMIUM 38 MTS 3H * 12PQ x 4U			
14	14/08/2025 11:10:09	7861042562693	S175-1858	40	PTPH031	PH AKI INST 180 MTS 2H * 12PQ x 1U			
15	14/08/2025 11:12:52	7861042562693	S175-1858	50	PTPH031	PH AKI INST 180 MTS 2H * 12PQ x 1U			
16	14/08/2025 11:20:00	7861042564147	S175-1858	22	PTPH057	PH SPMX INST 180 MTS * 3PQ x 4U			
17	14/08/2025 11:23:39	7861042560906	S175-1858	60	PTPH024	PH AKI PREMIUM 33 MTS 3H * 2PQ x 18U			
18	14/08/2025 11:33:13	7861042560906	S175-1858	16	PTPH024	PH AKI PREMIUM 33 MTS 3H * 2PQ x 18U			
19	14/08/2025 11:35:35	7861042560453	S175-1858	20	PTPH029	PH SPMX PREMIUM 33 MTS 3H * 2PQ x 18U			
20	14/08/2025 11:41:26	7861042560453	S175-1858	20	PTPH029	PH SPMX PREMIUM 33 MTS 3H * 2PQ x 18U			

Figura 32:

Registro final de cantidad de bultos despachada por SKU



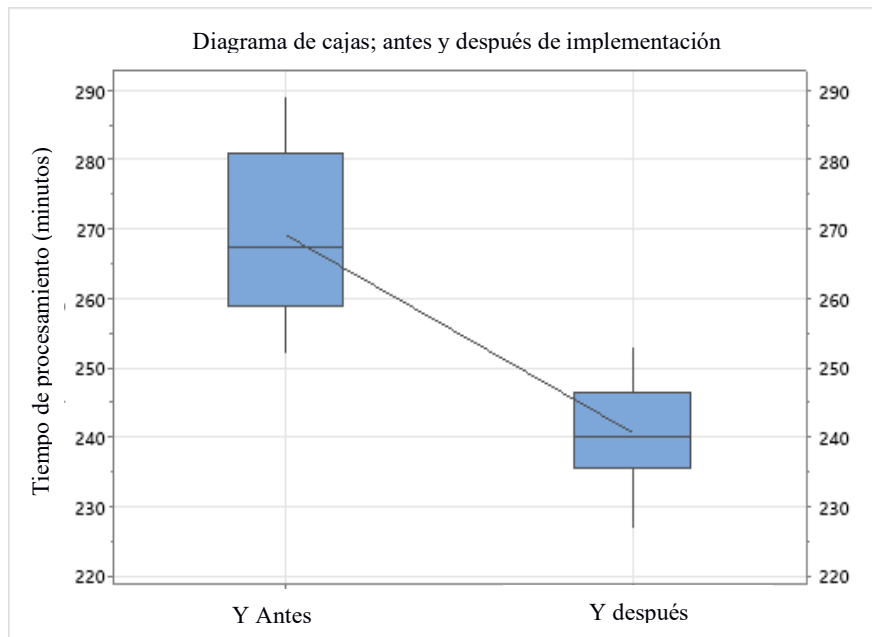
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Marca temporal	CODIGO	CONTENEDOR	CANTIDAD DE BULTOS	CODIGO ARTIC	DESCRIPCION															
14/08/2025 10:26:07	7861042561153	S175-1858	64	PTPH041	PH SPMX PREMIUM 38 MTS 3H * 4PQ x 12U															
14/08/2025 10:29:07	7861042560415	S175-1858	15	PTPH025	PH SPMX PREMIUM 26 MTS 3H * 12PQ x 4U															
14/08/2025 10:30:27	7861042561757	S175-1858	50	PTPH108	PH AKI ECONOMICO 34 MTS 2H * 4PQ x 12U															
14/08/2025 10:34:37	7861042561580	S175-1858	87	PTPH047	PH SPMX CLASICO 38 MTS 2H * 12PQ x 4U															
14/08/2025 10:45:57	7861042561696	S175-1858	65	PTPH044	PH AKI CLASICO 38 MTS 2H * 4PQ x 12U															
14/08/2025 10:50:57	7861042561627	S175-1858	20	PTPH111	PH SPMX ECONOMICO 22 MTS 2H * 12PQ x 4U															
14/08/2025 11:01:57	7861042561658	S175-1858	120	PTPH105	PH SPMX ECONOMICO 34 MTS 2H * 4PQ x 12U															
14/08/2025 11:08:07	7861042561146	S175-1858	47	PTPH040	PH SPMX PREMIUM 38 MTS 3H * 12PQ x 4U															
14/08/2025 11:10:07	7861042562693	S175-1858	90	PTPH031	PH AKI INST 180 MTS 2H * 12PQ x 1U															
14/08/2025 11:20:07	7861042564147	S175-1858	22	PTPH057	PH SPMX INST 180 MTS * 3PQ x 4U															
14/08/2025 11:23:37	7861042560606	S175-1858	76	PTPH024	PH AKI PREMIUM 33 MTS 3H * 2PQ x 18U															
14/08/2025 11:35:37	7861042560453	S175-1858	40	PTPH029	PH SPMX PREMIUM 33 MTS 3H * 2PQ x 18U															
14/08/2025 11:47:37	7861042566738	S175-1858	162	PTPH082	PH SPMX PREMIUM 26 MTS 3H * 2PQ x 18U															
14/08/2025 11:53:47	7861042560545	S175-1858	75	PTPH034	PH AKI CLASICO 38 MTS 2H * 2PQ x 18U															
14/08/2025 11:54:27	7861042562518	S175-1858	50	PTPH100	PH LA ORIGINAL 15 MTS 2H * 12PQ x 4U															
14/08/2025 12:04:07	7861042562525	S175-1858	260	PTPH101	PH LA ORIGINAL 15 MTS 2H * 8PQ x 6U															
14/08/2025 12:12:07	7861042562532	S175-1858	280	PTPH102	PH LA ORIGINAL 15 MTS 2H * 4PQ x 12U															
14/08/2025 12:48:47	7861042561719	S175-1858	42	PTPH051	PH AKI CLASICO 50 MTS 2H * 4PQ x 12U															

3.3 Resultados de la implementación

Para la obtención de los resultados de la implementación, se estableció una medición del tiempo de la variable Y del tiempo de proceso de carga. Se utilizó una prueba paramétrica Mann-Whitney para verificar si existe diferencia entre la variable Y antes y después de la implementación, se puede observar los valores de antes y después de la implementación (véase la figura 33).

Figura 33:

Diagrama de caja de variable Y Antes y Después de la implementación



Método

η_1 : mediana de Y-Después

η_2 : mediana de Y-Antes

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Tabla 9:

Estadística descriptiva de la variable de Y Antes y Después de la implementación

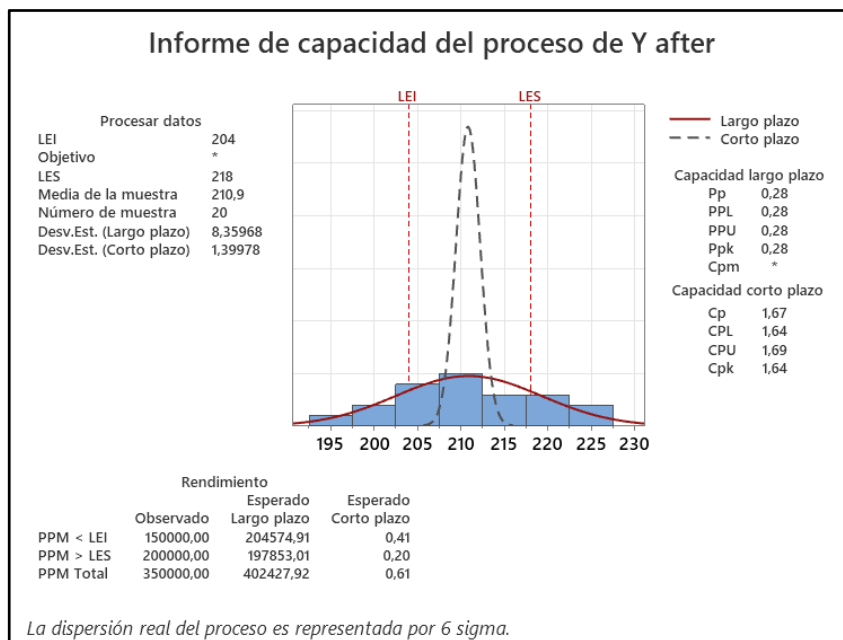
Muestra	N	Mediana
Y Antes	20	267.5
Y Después	20	210.5

Como se ilustra en la Tabla ###, para esta prueba se realizó un valor de muestra de 20 contenedores del tiempo de proceso de carga en su medición antes y después de la implementación de las soluciones.

La capacidad del proceso de carga de contenedores al aplicar la implementación de las soluciones el valor de CPK es mayor a 1,33 lo que vuelve al proceso capaz centrado dentro de los límites de especificación (véase la figura).

Figura 34:

Análisis de capacidad del proceso de carga después de la implementación

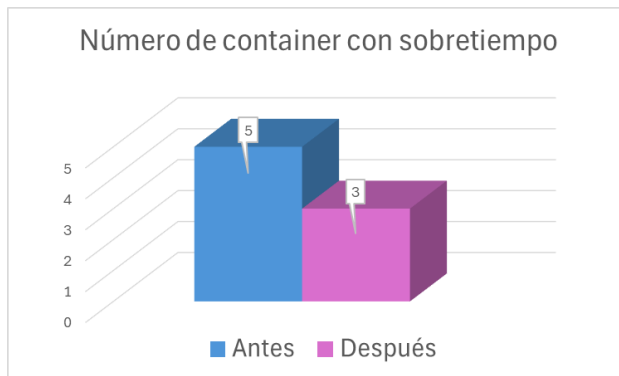


3.3.1 Impacto económico

Con la reducción del tiempo de proceso de carga del contenedor, se obtuvo una reducción de costos operativos asociados al despacho de la carga. La disminución de los tiempos de carga de contenedor afecta en la reducción de contenedores que ha determinado tiempo de inicio de proceso no entrarían fuera del tiempo regular de jornada que antes con un valor de cinco contenedores con sobretiempo a tres contenedores con sobretiempo después de la implementación. Lo que se estima en un ahorro de \$383,16 al mes.

Figura 35:

Número de contenedores con sobretiempo antes y después de la implementación

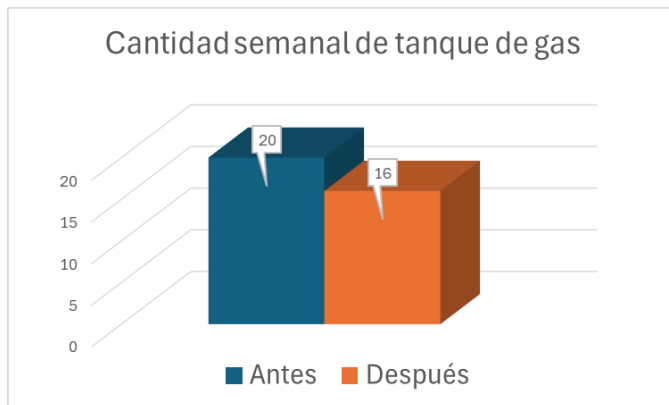


3.3.2 Impacto ambiental

La reducción del tiempo de proceso de carga tiene un impacto significativo (véase la figura 36) en los insumos necesarios para la ejecución de la carga como lo es el consumo de tanque de gas para el funcionamiento del montacarga para el transporte de los bultos de los S.K.U, en donde hubo una disminución de la cantidad requerida en un 23.7% de la cantidad de tanque de gas de consumo semanal de 20 tanques de gas a 16 tanques de gas.

Figura 36:

Cantidad semanal de reposición de tanques de gas

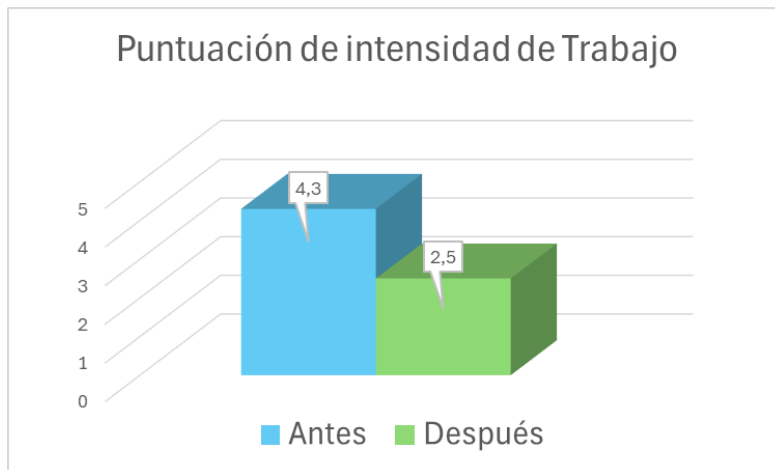


3.3.3 Impacto Social

Con la realización de un formulario de intensidad de trabajo se encuestó al personal sobre algunas actividades de que generaban estrés, fatiga en una escala del 1 al 5 representando una escala del cual 1-excelente, 2-bueno, 3-aceptable, 4-deficiente, 5-muy deficiente. Se recopiló el promedio de la puntuación que inicialmente en el proceso de carga antes de la implementación se situaba en 4,3 puntos, y consecuencia de la implementación se redujo a 2,5 puntos estableciendo entre el rango de bueno y aceptable al reducir el tiempo de proceso y adoptar una herramienta tecnológica al proceso agilizando el despacho (véase la figura)

Figura 37:

Puntuación de intensidad de trabajo



3.4 Plan de control

Se implementaron controles diarios como se presenta en la Tabla 10 en que se establecen actividades relacionadas con una frecuencia, lugar, responsable, método y duración para establecer una vigilancia al desempeño de los tiempos de contenedores y el refuerzo del procedimiento de carga y preparación.

Tabla 10:*Plan de control*

Soluciones	Actividad	Frecuencia	Lugar	Responsable	Justificación	Método	Duración
S1	Control visual de los pasos del proceso de carga de contenedores	Diario	Área de despacho	Despachador /Montacarguista	Recordatorio de la ejecución del orden de las actividades del proceso	Control visual en el área de despacho	10 min
S2 & S3	Informe de tiempo de rendimiento de los contenedores en un día laborable	Diario	Sala de reunión	Gerente de Distribución y Logística	Identificar nuevos desarrollos en el proceso	Tiempo de grabación automático para los contenedores	30 min

Capítulo 4

4.1 Conclusiones y recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

- Con la implementación de un sistema automatizado que reemplaza la actividad manual de registro, junto con el uso de un lector de código de barras y la estandarización del proceso de carga, se logró reducir significativamente el tiempo total del proceso, pasando de 271 minutos a 210 minutos. Esto demuestra que la digitalización y la coordinación operativa disminuyen los cuellos de botella identificados.
- El plan de control incorporó el KPI de rendimiento del tiempo de contenedores, lo que permitió identificar actividades críticas que consumían mayor tiempo. Este análisis, junto con el POE (Procedimiento Operativo Estandarizado) levantado para el proceso de carga, proporcionó una herramienta práctica para dar seguimiento a la eficiencia del proceso y promover una mejora continua.
- La planificación de la carga de contenedores, ahora vinculada a una mejor gestión logística, y reforzada con el uso de tecnología y herramientas digitales, permitió establecer cronogramas más claros, mejorar la coordinación entre el almacén y logística, y reducir los tiempos muertos. Esto contribuye directamente a minimizar los ajustes de último momento y asegura una mayor eficiencia en las operaciones.

4.1.2 Recomendaciones

- Para la próxima reubicación de la empresa, que se llevará a cabo en un corto plazo, se recomienda aplicar la metodología SLP (Systematic Layout Planning) con el fin de evaluar y optimizar la distribución física de la planta, almacén y oficinas.
- La implementación de un WMS en el eje del proceso de carga de contenedores le asistirá de herramientas para el manejo de actividades dando una visibilidad del flujo de inventario y despacho mejorando sustancialmente la cadena de suministro de la empresa.

Referencias

- Castillo Nuñez, J. P. (20 de Noviembre de 2023). *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/11336/10639>
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (24 de Diciembre de 2008). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 1069-1086. doi:<https://doi.org/10.1080/00207540802484911>
- García Martínez, E. (18 de Junio de 2024). *Universitat Politècnica de Valencia*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/205226>
- González González, H., & Escobar Prado, C. A. (16 de Diciembre de 2021). Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora de medicamentos. *Revista Lumen Gentium*, 119-134. doi:<https://doi.org/10.52525/lg.v5n2a8>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México D.F.: McGraw Hill.
- Hashim, R. M., Muhammad, N. A., Shammari, A., & Muhammad, N. (24 de Octubre de 2024). *SPRINGER NATURE Link*. Obtenido de <https://link-springer-com.espol.lookproxy.com/article/10.1007/s00170-024-14712-3>
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2011). *Factory Physics*. Long Grove: Wavelan Press, Inc.

Jamil, N., Gholami, H., Mat Saman, M., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (23 de Mayo de 2020). DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 331-360. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1331677X.2020.1715236#abstract>

Mares Castro, A., & Ramírez Pérez, J. (13 de Diciembre de 2024). *SciELO*. Obtenido de https://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-78902024000400005&lang=es

Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Annals of Cardiac Anaesthesias*, 67-72. Obtenido de https://journals.lww.com/aoca/fulltext/2019/22010/descriptive_statistics_and_normality_tests_for.11.aspx

Rath, S., & Agrawal, R. (1 de Junio de 2023). Prediction of novel operating parameters using Six Sigma: A study in the steel making process. *Quality Management Journal*, 187-201. doi:<https://doi.org/10.1080/10686967.2023.2211284>

Ruiz Mogollón, M. I. (7 de Julio de 2023). *Implementación de Proyecto de Mejora de Procesos en Almacén de Línea de Manualidades*. ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL. Universidad Europea. Obtenido de

<https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/5419/ruizmogollonmarcelaines.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sajjad, M. H., Naeem, K., Zubair, M., Jan, Q. M., Khattak, S. B., Omair, M., & Nawaz, R. (7 de Marzo de 2021). *Taylor & Francis*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2021.1896419#abstract>

Wackerly, D. D., Mendenhall III, W., & Scheaffer, R. L. (2010). *Estadística Matemática con Aplicaciones*. México D.F.: CENGAGE Learning.

Wahyunto, E., Giantoro, E., Teguh Widodo, J. D., & Yuniar, R. (5 de Marzo de 2024). The Application of Brainstorming Method in Developing Ideas in The Production of Television Documentary Side of Life Episode Not The Same. *Technium Education and Humanities*, 54-65.
doi:<https://doi.org/10.47577/teh.v7i.10743>

Witell, L., Kabel, D., Martin, J., & Elg, M. (27 de Junio de 2024). Capturing the voice of the customer: focus groups versus netnography? *Total Quality Management & Business Excellence*, 1359-1377.